الإنسان

وقضايا البيئة

تأليف

الدكتور
صبري ناصر العجمي

الدكتور
عبد المنعم مصطفى مصطفى

الإنسان
وقضايا البيئة

تأليف

الدكتور
صبري ناصر العجمي

الدكتور
عبد المنعم مصطفى مصطفى

الدكتور/ ضارى ناصر العجمى
مدير إدارة العلوم البيئية والأرضية
معهد الكويت للأبحاث العلمية

الدكتور/ عبد المنعم مصطفى مصطفى
خبير العلوم بالمركز العربى للبحوث التربوية لدول الخليج
الشامية : ص.ب : ١٢٥٨٠- ٧١٦٥٦ الكويت

الطبعة الأولى

١٤١٥هـ - ١٩٩٥م



تقديـــم

﴿ ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴾

﴿ صدق الله العظيم ﴾

يسعدنا أن نضع بين أيديكم الطبعة الأولى من كتاب "الإنسان وقضايا البيئة " والذى وضعناه ليثرى القارئ بالمعلومات التى تمكنه من المحافظة على بيئته ، فالله تعالى خلق الإنسان ويسر له سبل الحياة وسخر لخدمته كل شيء فى هذا الكون العظيم الذى أمرنا الله تعالى بالمحافظة على كل مصدر ينفعنا ويفيدنا فيه ، ولكننا نصنع بأنفسنا ما يضرنا ، فنحن الذين نلوث الهواء ، ونكدر الماء ، ونحول الروابى الخضراء إلى صحراء ، ونلقى بالنفايات فى الهواء والماء فتنتشر الأمراض بين البشر .

وما نراه حولنا من تدهور للبيئة ما هو إلا نتيجة لفعل الانسان بها ، فهو يحفر قبره بيده ، والبشرية تتجه إلى نهايتها المحتومة ... وليست هذه دعوة للتشاؤم بل هى دعوة لتدارك الوضع البيئى العالمى .. لعلنا ننجح فى إنقاذ كوكبنا من الكارثة .. كارثة التلوث التى هى سبب معظم بلاء البشرية .

وهذا الكتاب الذى نقدمه إليك عزيزنا القارئ يحتوى على أربعة عشر فصلاً تتضمن أهم القضايا البيئية التى تواجه العالم ، وقد حرصنا على تناول هذه القضايا من منظور بيئى علمى اسلامى مبسط . ورغم مانكتب فلن نوفى هذا الموضوع حقه فى كتاب أو اكثر ، فالموضوع يطول ويضاف إليه الجديد كل ساعة ، ولكننا حاولنا قدر استطاعتنا أن نعطى للقارى خلفية سريعة عن أهم قضايا البيئة لنكون جميعًا على قدر من الوعى البيئى الذى يمكنا من انقاذ بيئتنا المتدهورة .

ندعو الله أن يحقق الهدف المرجو من تأليف هذا الكتاب من أجل خلق مواطن عربى واع ببيئته ، محافظًا عليها ، مطورًا لها فى الاتجاه الصحيح .

وفقنا الله تعالى الى مافيه الخير والصلاح لأمتنا العربية والاسلامية .

المؤلفان

الكويت فى : ٢٢ شوال ١٤١٥هـ
٢٣ مارس ١٩٩٥م

الفصل الأول

البيئة بين الماضي . . . والحاضر

* علم البيئة ونشأته

تظن الأكثرية أن علم البيئة لم يظهر إلا فى النصف الثاني من هذا القرن .. وذلك بالطبع إعتقاد خاطئ . فعلم البيئة قديم ولكنه حظي بالاهتمام من المتخصصين ومن الرأي العام حديثا بعد ظهور المشكلات البيئية بشكل واضح جلي نتيجة نشاطات الإنسان اللاواعية تجاه البيئة من جهة ، وبعد أن أحس الإنسان بقرب نضوب الموارد الطبيعية نتيجة استنزافه المستمر لها من جهة أخرى .

ومع مرور الأيام والتقدم التكنولوجي إزدادت المشاكل الناتجة عن هذا التقدم .. وبالتالى إزداد الاهتمام بهذا العلم على كافة المستويات .

* جذور علم البيئة .. عربية

علم البيئة يمتد عميقا فى التاريخ ، وقد كان للمفكر العربي **عبدالرحمن بن خلدون** آراء فى علاقة الإنسان بالبيئة – مستندا في ذلك إلى آيات القرآن الكريم الكثيرة التى تمثل أسس هذا العلم – وهو أول من قدم نظرية علمية فى هذا المجال

من خلال مقدمته الشهيرة والتي عرفت باسمه (**مقدمة إبن خلـدون**) وفيهـا اعتـبر البيئة الجغرافية دعامة مهمة لمختلف الظواهر الاجتماعية ، وأكد علـى الأثـر الفعـال للعوامل البيئية على العوامل الثقافية للمجتمع البشـرى ، فبـين أثـر اختـلاف توزيـع حرارة الشمس على سطح الكرة الأرضية على توزيع الكائنات الحية وانعكاس ذلك على السلوك الإنسانى ، ومن ذلك نجد أن ابـن خلـدون قـد سبق دعـاة البيئـة فـى الغرب بستة قرون .. وكانت نظريته بذلك عبقرية رائدة تضاف إلى التراث العلمـى العربي .

وفى عصرنا الحاضر ظهرت أفرع عديـدة لمجـال البيئـة وكـان ذلـك تطـوراً طبيعياً لرحلة الإنسان فوق كوكب الأرض عـبر آلاف السـنين والظـروف المختلفـة التي تعرض لها وحتمت عليه التلاؤم معها . وكان من الطبيعى أن يكون هذا التلاؤم بدرجات مختلفة حسب الظروف البيئية المحيطة بالإنسان . ويرجع ذلك إلى أن البيئـة تلعب دوراً هاماً فى نشاط الإنسان ونموه وتركيبه نفسياً وجسـمانياً وفسـيولوجياً . وكما نرى فإن ذلك المفهوم الحديث لا يختلف عن مفهوم ابن خلدون ، لـذا اتسـع مفهوم البيئة فى عصرنا الحديث بصورة كبيرة وظهر العلمـاء والمفكـرون فـى جميع أنحاء العالم من الذين اهتموا بدارسة العلاقـات بـين الإنسـان مـن جهـة والكائنـات المختلفة فى البيئة المحيطة من جهة أخرى .

ورغم أن تعبير " **علم البيئة** " أو **إيكولوجي Ecology** الـذي يهتـم بدراسـة العلاقات بين الكائنات الحية والبيئات الموجودة فيها قد ظهر عام ١٨٦٩م علـى يـد العالم الألمانى " أرنست **هكل** " تلك العلاقة القائمـة بـين النباتـات والحيوانـات فـى

إطار البيئة الطبيعية ، إلا أن هذا العلم لم يزدهر إلا منذ الخمسينات من هذا القرن ولم تتبلور سماته كعلم له أسس وقواعد ومنهج إلا في السبعينات ، وبدلا من دراسة العلاقات بين الإنسان وبين الكائنات المختلفة في البيئة ، أصبح ينظر للبيئة نظرة واسعة كوحدة واحدة ، وبدأ علماء الجغرافيا بدراسة العلاقات المختلفة فى البيئة ، وكنتيجة للتقدم العلمي أصبح علماء الكيمياء والبيولوجيا أكثر إهتماما بدراسة هذه العلاقات .

وسواء أكان الجغرافيون أم الكيميائيون والبيولوجيين هم الأولى بدراسة علم البيئة فإن هذا العلم قد فرض نفسه على كافة الباحثين من مختلف الاتجاهات ليصبح علما متكاملا يهتم به كل مواطن يعيش على سطح الأرض .

وبظهور الثورة الصناعية فى انجلترا في القرن الثامن عشر ، أخذ الاهتمام بالبيئة يأخذ أبعادا جديدة ، وقد أثار العالم " مالثوس **Malthus** " أول مشكلة بيئية على المستوى العالمي وهى مشكلة الزيادة السكانية وأثر ذلك على البيئة والتنمية ومصادر الغذاء ، فقد رأى أن الزيادة السكانية تفوق الموارد الطبيعية المتاحة ، ومن ثم تسبب عامل ضغط مهم على هذه الموارد مما يؤدي إلى استنزافها لأن معدل الزيادة السكانية يفوق زيادة معدل الإنتاج الغذائي مما سيؤدي إلى حدوث مجاعات وأمراض سوء تغذية وانتشار للأمراض بصفة عامة .

ومع التقدم الصناعي بدأت المشاكل البيئية فى الظهور فى أغلب دول العالم ، ومع ظهور هذه المشاكل البيئية ظهرت المنظمات الدولية والهيئات العلمية

التى تدعو لحماية البيئة الطبيعية من آثار التقدم الصناعي ، كما ظهرت في الولايات المتحدة الأمريكية منذ أكثر من مائة وخمسين عاما بعض المنظمات الأهلية التى دعت إلى إقامة المحميات الطبيعية ، وفي عام ١٨٦٥م أعلن العالم البيولوجي " جورج بركنز " عن دراسة علمية موثقة عن تأثير الإنسان على البيئة المحيطة واستنزاف الموارد الطبيعية .

وقد استمر الصراع بين أنصار البيئة من ناحية وأنصار التصنيع من ناحية أخرى حتى منتصف هذا القرن حيث بدأت فترة جديدة من مراحل هذا الصراع نتيجة الاختلال فى الأنظمة البيئية والذي ظهر واضحاً عقب الحرب العالمية الثانية مع إعادة تعمير المدن وبناء المصانع وتطور الصناعات الحربية وظهور السلاح النووي والبكتريولوجي دون النظر إلى تأثيراتها على البيئة مما أدى إلى تدهور خطير في البيئة الطبيعية ، وكان ذلك إيذانا ببدء اهتمام المواطن العادي بضرورة مجابهة التخريب البيئي وصيانة الموارد الطبيعية ، وبداية انتشار الوعي البيئي ليس بين العلماء فقط ولكن بين المواطنين العاديين . وقد ظهرت أبحاث علمية عن تأثير بعض المنتجات الحديثة مثل مبيدات الحشرات على الإنسان والحيوان مما خلق شعورا متزايدا لدى العلماء بضرورة التصدي لأسباب المشاكل البيئية وسبل صيانة الموارد الطبيعية من الاستنزاف .

وبالطبع ظهر صراع – وما يزال – بين علماء البيئة من جهة وبين علماء الاقتصاد من جهة أخرى ، فالفريق الأول يرى ألا يكون النمو الاقتصادى على حساب الموارد الطبيعية بينما الفريق الثاني يرى فى النمو الاقتصادى الهدف الأمثل

دون مراعاة الحفاظ على الأنظمة البيئية ، مما أدى إلى ظهور نظرية جديدة هي **الجدوى البيئية** لكل مشروع اقتصادى والذي يوائم بين إقامة المشروع الإقتصادى والاهتمامات البيئية إنطلاقا من النظرية التى تقول : **إنه من غير الممكن الوقوف فى وجه التقدم الاقتصادى بأي حال ولكن يمكن أن يكون هذا التقدم مراعيا للجوانب البيئية ومحافظا على النظم الأيكولوجية (البيئية) .**

ومع زيادة الاهتمام بالنواحى البيئية فى العالم عقدت الأمم المتحدة أول مؤتمر لبحث مشاكل البيئة على المستوى العالمى فى **إستكهولم** بالسويد عام ١٩٧٢م ، ويعتبر هذا المؤتمر بداية تاريخ جديد فى تطور علم البيئة ، لأنه قدم قائمة بـ٢١ ملوثا إعتبرها سبب مشاكل البيئة العالمية .

وقد ظهر التباين والاختلاف بين موقف الدول المتقدمة (دول الشمال) من جهة وبين موقف الدول النامية (دول الجنوب) من جهة أخرى ، وهى الاختلافات الموجودة حتى الآن والتى ظهرت واضحة فى مؤتمر **ريودى جاليرو** المعروف بقمة الأرض الذى عقد فى يونيه ١٩٩٢م . ويمكن تلخيص هذه الاختلافات فى أن دول الشمال ترى أن من حقها إستنزاف ثروات الدول النامية دون اعتبار لحماية البيئة العالمية ، فى حين ترى دول الجنوب أن الدول المتقدمة هى المسئولة عن تدهور البيئة العالمية ، وأنها تنظر إلى مصالحها الخاصة دون اعتبار لما يلحق بالبيئة العالمية من أضرار نتيجة التقدم الصناعي والتكنولوجي فيها .

وكان من أهم نتائج مؤتمر **إستكهولم** إتساع مفهوم البيئة ليشمل البيئة الاجتماعية علاوة على البيئة الطبيعية ، كما صدر عن هذا المؤتمر أول تعريف محدد للبيئة . وفى مؤتمر آخر عقد فى عام ١٩٧٧م فى **تبليسي** بجمهورية جورجيا (ضمن جمهوريات الإتحاد السوفيتي السابق) إنصب الاهتمام في هذا المؤتمر على موضوع التربية البيئية وتنمية الوعي البيئي لدى النشء .

ولأهمية موضوع البيئة قامت الأمم المتحدة بإنشاء منصب مساعد للأمين العام لشئون البيئة ، وعليه قامت منظمة **UNEP** * حيث نال هذا الموضوع الاهتمام الكبير على جميع المستويات فى العالم حتى أنه بدأ يأخذ حقه فى محادثات رؤساء الدول .

*** مفهوم البيئة**

لا يوجد مفهوم محدد للبيئة متفق عليه حتى الآن ، رغم مناقشة هذا الموضوع فى كثير من المؤتمرات البيئية العالمية التي عقدت بدءاً من مؤتمر **إستكهولم** عام ١٩٧٢م وحتى الآن ، ولكن توجد تعريفات عديدة لذلك المفهوم .

فكلمة البيئة كمصطلح (**Environment**) **تعني الوسط المكاني الذي يعيش فيه الإنسان بما يضم من عناصر حية وغير حية يتأثر بها ويؤثر فيها .**

---

* UNEP هى اختصار لبدايات إسم برنامج الأمم المتحدة للبيئة .United Nation Environment Program

وهذا المعنى لا يختلف كثيرا عمـا استخدمه علمـاء المسـلمين الأوائـل مـن تعريف لمعنى البيئة ، فقد ورد فى كتاب " الجُمانة " **لابن عبدربه** – صـاحب العقـد الفريد – تعريف البيئة على أنه : الوسط الطبيعى (الجغرافي والمكانى والاجتماعي) الذي يعيش فيه الكائن الحي بما فى ذلك الإنسـان . وكـان ذلـك في القـرن الثـالث الهجري ، ومرت محاولات تعريف البيئة بمراحل عـدة على مر العصـور ، وتبـاينت التعريفات حتى كتب أحد العلماء البرازيليين فى مجال عدم الدقة في استعمال كلمـة البيئة " **أن البيئة ليست هي فقط الأمور المادية الطبيعية الموجـودة علـى سـطح الأرض والتي تتفاعل بعضها مع بعض بل هي أكبر من هذا بكثير ، إنها تشمل أيضا الأوضاع الاجتماعية والاقتصادية والعادات السائدة في المجتمع** " .

وكانت هذه هي بداية تكوين مفهوم شـامل بحيـث تشـمل البيئـة مجموعـة العلاقات المتبادلة بين الكائنات الحية والمواد غير الحية فى أي مكان .

ولكننا نجد أن هذا المفهـوم يختلـف معنـاه مـن فئـة لأخـرى ، فـالجغرافيون يعرفونـه بمعنـى يختلـف عمـا يعرفـه علمـاء البيولوجيـا مثـلا ، ومـع ذلـك فـالجميع يشتركون فى أن البيئة هي بيئة بشرية فى المقـام الأول لأنهـا نمـت وتطـورت بفعـل الإنسان .

وكان أول مفهوم محدد لكلمة البيئة هو الذي خرج به إعلان **إستكهولم** عام ١٩٧٢م بأن البيئة " **هي كل شـيء يحيـط بالإنسـان** " وذلـك المفهـوم ينطـوي علـى شيئين أساسيين هما البيئة الطبيعية والبيئة البشرية أو الحضارية .

* البيئة الطبيعية

/ هي كل ما يحيط بالإنسان من عناصر حية وغير حية وليس للإنسان دخل في وجودها/ فقد أوجدتها الطبيعة حوله ، وبالطبع فإن هذه العناصر تختلف من مكان لآخر حسب اختلاف المكونات التي تدخل في تشكيلها ، فما يوجد مثلا في بيئة جبلية يختلف عما يوجد في بيئة الغابات ، وما يوجد في البيئة القطبية يختلف عما يوجد في البيئة الصحراوية ، فالأمطار مثلا في البيئات الإستوائية تهطل طوال العام في حين أنها نادرة فى المناطق الصحراوية .. وهكذا .

* البيئة البشرية

/ يطلق عليها البعض البيئة الإصطناعية أو الحضارية أو البيئة المشيدة أي التي صنعها الإنسان نتيجة تفاعله مع بيئته التي يعيش فيها من مساكن وشوارع ومصانع ... الخ/ وهذه البيئة تختلف أيضا من مكان لآخر حسب عوامل كثيرة مثل المستوى الحضاري والعلمي والثقافي وطبيعة المجتمع ، هل هو مجتمع زراعي أم مجتمع صناعي .

وفى هذا المجال نشأت عدة نظريات توضح العلاقة بين الإنسان وبيئته يمكن إيجازها فيما يلي :

يحاول الإنسان دائما استغلال بيئته بأقصى ما يمكن لدرجة الإستنزاف وربما كان ذلك بدافع رفع مستوى معيشته ، ولكن نلاحظ التباين في هذا الاستغلال

حسب إختلاف البيئات ، وهناك عاملان أساسيان يحكمان العلاقة بين الإنسان وبيئته .

العامل الاول : هو الإمكانات المتاحة لدى الإنسان .

والعامل الثاني : هو طبيعة البيئة التي يعيش فيها ، فبينما نجد عوامل شتى تندرج تحت العامل الأول (إمكانات الإنسان) مثل الاعتبارات الإجتماعية والثقافية والأخلاقية والمادية .. الخ ، نجد أن العامل الثاني يقتصر على البيئة الطبيعية إلى أقصى حد ممكن .

وقد ظهرت ثلاث نظريات بشأن ارتباط الإنسان ببيئته وتأثير كل منهما في الآخر وهي :

النظرية الحتمية الحضارية والنظرية الحتمية البيئية ونظرية التأثير المتبادل (التوافقية) .

(١) نظرية الحتمية الحضارية :

يتلخص رأي مؤيدي هذه النظرية في أن الإنسان هو الذي يؤثر في تشكيل مكونات بيئته فهو سيدها يغيرها كما يريد ، وهذا يتضح في البيئات التي تقدمت وتغيرت بفضل تقدم الإنسان كما في الدول الأوربية مثلا والتي لولا الإنسان وعلمه لظلت كما كانت منذ آلاف السنين غابات مظلمة شديدة الرطوبة . ونجد الإنسان قد أقام أجمل المدن والحدائق في وسط الصحراء كما فى الولايات المتحدة الأمريكية .

أو فى دول الخليج العربية مثلا . فالإبداع البشري هو السائد عند مؤيدى هذه النظرية حيث تغلب الإنسان على قسوة الطبيعة وعمل على تسخير مكونات البيئة لتحقيق أهدافه ورغباته ، فالإنسان هو منشئ البيئة التى يعيش فيها – **هكذا تقول النظرية .**

(٢) نظرية الحتمية البيئية :

أعطى أصحاب هذه النظرية للبيئة التأثير الأكبر على الكائنات الحية ومنها الإنسان ، فظلت هذه النظرية هي السائدة حتى وقت قريب ، وتؤكد على أن سلوك الإنسان خاضع للظروف البيئية التى يعيش فيها ، وعناصر البيئة الطبيعية هي التى تتحكم فى السلوك البشري وما على الإنسان إلا التكيف مع بيئته .

وإذا تفحصنا في آراء أصحاب النظريتين السابقتين فإننا نجد أن كلاً منهما يغالي فى رأيه ، فالأولى ترى أن الإنسان هو سيد البيئة والثانية ترى أن الإنسان وليد الظروف البيئية ، لذلك نشأت نظرية وسط لتواجه الصراع بين أصحاب النظريتين ، وهي نظرية التأثير المتبادل أو النظرية التوافقية .

(٣) نظرية التأثير المتبادل (النظرية التوافقية) :

يرى مؤيدو هذه النظرية أنه توجد تأثيرات متبادلة بين الإنسان وبيئته . فالكائنات الحية تتأثر بالكثير من مكونات البيئة تأثراً كبيراً وفي نفس الوقت تتأثر

البيئة بالكائنات الحية الموجودة فيها ، وذلك يجعل تأثر البيئة تقدما أو تـأخرا يحـدث حسب توفـر الإمكانيـات وتقـدم الإنسـان نفسـه في الناحيـة العلميـة أو الثقافيـة أو الاجتماعية .

ففى بعض البيئات التى يصعب العيش فيها يمكـن أن يكـون تأثـير الإنسـان عليها تأثيرا كبيرا إذا توفرت لديه الإمكانيات وكان على درجة من العلم والمعرفة ، بينما فى البيئات الفقيرة لا يمكن للإنسان أن يغير من بيئته إلا بقـدر محـدود . مثـال ذلك الجبال التي توجد فى بلاد كثيرة منها المتقدمة مثل الدول الأوربية ومنها النامية كاليمن أو السودان ، ففى البلاد المتقدمة لم تقف الطبيعة حائلا أمام الإنسـان فقـام بشق الأنفاق في الجبال وأقام الطرق السريعة الملتوية التى تتلاءم مـع الطبيعة الجبليـة للأرض كما أقام المزارع الخضراء بطريقة المدرجـات الـتي تناسـب هـذه الطبيعـة ، بينما في الدول الفقيرة نجد أن الطبيعة الجبلية وقفت حائلا وسدا منيعا أمام أي تقدم للإنسان .

وهناك الكثير مما يؤكد صحة هذه النظريـة فهـي تطـابق الواقـع وتؤكـده ، ففي بعض البيئـات تعـاظم دور الإنسـان في مواجهـة التحديـات البيئيـة وفي بيئـات أخرى تغلبت الطبيعة وحتمت عليه كثيراً من المعوقات .

الفصل الثانى

مفـاهيم بيئيـــــة

هناك الكثير مـن المفـاهيم البيئيـة والتـى يظهـر الجديـد منهـا كـل يـوم ... وسوف نتناول علـى سبيل المثـال لا الحصـر بعضـا منهـا ، ولا شـك في أن معرفـة معناها له أهمية كبيرة فى تفهم طبيعة البيئة والمشكلات البيئية .

(١) البيئة Environment

كما عرفنا في الفصل الأول أن تعريف البيئة يخضع للميـول والأهـواء لكـل فئة من المختصين ، ففي حين عرفها **مؤتمر استكهولم ١٩٧٢م** بأنها " **كـل مـا يحيـط بالإنسان** " عرفها **مؤتمر بلجراد ١٩٧٥م** بأنها العلاقة الأساسـية القائمـة بـين العـالم الطبيعي والبيوفيزيائي وبـين العـالم الاجتمـاعي السياسـي الـذي مـن صنـع الإنسـان كذلك عرفها **مؤتمر تبليسي ١٩٧٧م** بأنها **مجموعة النظم الطبيعية والاجتماعية التـى يعيش فيها الإنسان مع الكائنات الحية الأخرى التي تستمد منها زادها وتـؤدى فيهـا نشاطها** " وهو تعريف أعم وأشمل مما سبقه من تعريفات لأنه يشمل الموارد الموجـودة فى مكان ما والمنتجات الطبيعية والاصطناعية ، في حـين نـرى أن التعريـف المبسـط والشامل للبيئة هو " **الوسط أو المكان الذي يعيش فيه الإنسـان مـع الكائنـات الحيـة الأخرى والمواد غير الحية بما يضمه من علاقات قائمة بينها حيث يؤثـر فيهـا الإنسـان ويتأثر بها** "

هذا التعريف لا يختلف في مضمونه عن التعريفات السابقة ولكنه يتميز بأنـه أكثر تبسيطاً حيث يركز على الإنسان وهو الكائن الراقي الوحيد الـذي لـه القـدره على إحداث تغييرات جوهرية في المكان الذي يعيش فيه ويؤثر على الكائنات الحيـة الأخرى التي تعيش معـه سـواء أكـانت هـذه الكائنـات حيوانيـة أم نباتيـة ، فتوجـد علاقات متبادلة بينه وبين هذه الكائنـات ، كذلـك فإنـه يتـأثر بالعنـاصر غـير الحية الموجودة حوله مثل التربة والمياه والحرارة والضوء والرياح .. الخ ، حيث يتـأثر بهـا إلى حد كبير ويتأقلم معها فيسخرها لمنفعته كما أنها تؤثر فى تكوينه وسلوكياته .

(٢) النظام System

هو مجموعة من العناصر الموجودة فـى البيئـة بينهـا تفـاعل متبـادل ، يعتمـد بعضها على بعض ويؤدي التغيير في أحد عناصره إلى تغيـيرات في العنـاصر الأخـرى لهذا النظام .

(٣) النظام البيئي – (النظام الايكولوجي) Ecosystem

لم يستخدم هذا التعبير على نطاق واسع إلا في الستينات من هـذا القـرن ، وهو يعني دراسة العلاقات بين عناصر البيئة الحية وغير الحية حيـث يتفـاعل بعضهـا مع بعض فى نظام دقيق ليعتمد كل عنصر على العناصر الأخرى ، وهـذا هـو السـر فى استمرارية الحياة ولذلك يسمى النظام البيئي بنظام إعالة الحياة .

ويتكون أي نظام بيئي من أربع مجموعات من العناصر أو المكونات هي* :

(أ) **مجموعة العناصر غير الحية** : مثل الهواء والماء وحرارة الشمس والضوء والتربة والصخور والمعادن . وتسمى مجموعة **الثوابت** أو مجموعة **الأساس** لأنها تضم مقومات الحياة الأساسية .

(ب) **مجموعة العناصر الحية المنتجة** : وتتمثل في الكائنات الحية النباتية وتسمى مجموعة **المنتجين Producers** لأنها تصنع أو تنتج غذاءها بنفسها من عناصر المجموعة الأولى (غير الحية) .

(جـ) **مجموعة العناصر الحية المستهلكة** : وهي تتضمن الكائنات الحية التى تعتمد فى غذائها على غيرها ولذلك تسمى مجموعة **المستهلكين Consumers** وتشمل هذه المجموعة كلا من الحيوانات العشبية والحيوانات اللاحمه إضافة إلى الإنسان الذي يعتبر عنصرا مهما داخل هذه المجموعة لما يتمتع به من قدرات تأثيريه هائلة في عناصر النظام الأخرى ، هذه التأثيرات تتباين بين الهدم والبناء .

(د) **مجموعة العناصر الحية المحللة** : مثل الكائنات المجهرية كالفطريات والبكتيريا وتقوم هذه المجموعة بعملية تكسير وتحليل المواد العضوية (نباتية وحيوانية) إلى أصولها (عناصر المجموعة الأولى) لتستخدم مره أخرى . فتقوم الفطريات بتحليل المواد العضوية النباتية بينما تقوم البكتيريا بتحليل المواد

---

* تلوث البيئة – الهيئة العامة للتعليم الطبيقى والتدريب – الكويت ١٩٨٤ د.محمد عبدالسلام عراقى ، د.عبدالمنعم مصطفى وآخرين .

العضويـــة الحيوانيـة ولهـــذا تســمى كائنـــات هـــذه المجموعـــة **بـــالمحللات . Decomposers**

ونلاحظ أن هذه العناصر أو المكونات الأساسية تتفاعل مع بعضها لتكـون اتزانا دقيقاً مرناً فى البيئة يجعلها موطناً صالحاً للحياة . ولو أن أحد هـــذه المكونـات تغير بشكل جذري فإنه يحدث اختلال لهذا الاتزان مؤثراً على الحياة تأثـيراً مغـايراً ، إذ تحدث تفاعلات جديدة بين مكونات البيئة والمكون الجديد لتصل إلى حالة إتـزان جديدة .

وكثيرا ما يكون هذا الإتزان الجديد غير ملائم لحيـاة الكثـير مـن الكائنـات الحية فلا تستطيع التكيف معه فتنقرض تلك الأنواع وتختفى من الوجــود ، ويصبـح النظام مختلفا عما كان عليه قبلا . ويسمى ذلك بالاختلال فى النظم البيئية .

وسوف نتناول أحد الأمثلة على الاختلال في النظم البيئية ، فلو أخذنا غـاز ثاني أكسيد الكربون كأحد مكونـات الهـواء نجـد أنـه موجـود في الغـلاف الجـوي بنسبة حوالي ٠,٠٣٪ وهو بهذه النسبة يعتبر ضرورياً وأساسياً للحيـاة علـى سـطح الأرض . ولكن مع زيادة نسبة الملوثات المنطلقة مـن المصـانع ازدادت هـذه النسـبة فبدأ يفقد وظيفته الإيجابية فى صنع الحياة إلى وظيفة أخرى تؤثر تأثيراً سيئاً وتدميريـاً على النظام البيئي . وهناك نظريتـان تفسـران تأثـير زيـادة نسـبة غـاز ثـاني أكسـيد الكربون في الجو . **النظرية الأولى** ترى أن زيادة نسبة الغاز في الجو سوف تؤدي إلى زيادة معدل درجات الحرارة على مستوى العـالم نتيجـة لامتصـاص جزيئـات ثـاني أكسيد الكربون للحرارة مسببا ارتفاعاً فى درجة حرارة الجـــو (الظاهرة الصوبية) وسوف نتحدث عن ذلك بالتفصيل في فصل قادم .

والنظرية الثانية تقول أن زيادة نسبة هـذا الغـاز في الجـو سـوف تـؤدي إلى تقليل درجة الحرارة نتيجة لما يكونه الغاز المتجمع وبقية الملوثات فـى طبقـات الجـو من ستارة تحجز وصول الإشعاع الشمسى إلى سطح الأرض ويعرف ذلـك بنظريـة التبريد .

وسواء أدت زيادة نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون إلى ارتفاع درجة الحرارة أم انخفاضها فإن أي تغير سيكون له تأثير سيء وخطير على الجـو العـالمى بمـا يفقـد النظام البيئي العالمي توازنه ويؤدى إلى ظهور مشكلات بيئية خطيرة ، لأن تناقص أو تدهور أي عنصر من عناصر النظـام البيئـي يـؤدي إلى نتـائج بيئيـة خطـيرة تؤثـر في النظام كله وتصيبه فى معظم الأحوال بدرجة تدهور خطيرة يصبح معها عاجزا عن إعادة الحياة الطبيعية إليه ، لهذا فإن التعرف على طبيعة النظام البيئـي والمحافظـة علـى عناصره وما بينها من علاقات متوازنه يعتبر أمرا ضروريا لحماية البيئة وصيانتها .

(٤) التلوث Pollution

التلوث هو وجود مادة أو عامل في البيئة بكميات أو صفـات ولمـدة زمنيـة تؤدي بطريق مباشر وحدها أو بالتفاعل مـع غيرهـا إلى الإضـرار بالصحـة العامـة ، وكل ملوث يزيد عن درجة معينة يؤدي إلى مشكلة بيئية

(٥) حماية البيئة Environmental Protection

يعني منع التلوث أو التخفيف من حدته أو مكافحتـه والمحافظـة علـى البيئـة سليمة .

(٦) المحيط الحيوي Biosphere

هو المكان الذي توجد فيه الحياة (الكائنات الحية) وهو يمتد ليشمل ارتفاع حوالي ١٠ كيلومتر من الغلاف الجوي وثلاثة عشر كيلومترا تحت سطح البحر أما بالنسبة لليابسة فلا يمثلها إلا بضع أقدام منها ، حيث تعيش الكائنات الحية الدقيقة والديدان الأرضية .

(٧) المحمية الحيوية Biosphere Reserve

هي وحده بيئية مصونه لحماية الأحياء النباتية أو الحيوانية وفق إطار متناسق يراعي التنوع البيئى والتنوع السلالي وقد تكون المحمية الحيوية برية أو مائية .

(٨) اختلال الاتزان البيئي *

تتسم الدورة الحيوية على سطح الأرض بالدقة والاتزان ، وتسير وفق نظم ثابته لا تتغير ، ولكن تنشأ المشكلة حين يتم التعامل مع عناصر هذه الدورة الحيوية بأسلوب يتعارض مع مبدأ ثبات الكون ، ودون مراعاة لأسس اتزان البيئة ويكون نتيجة لما يلى :

(أ) نقصان واحد أو أكثر من مكونات أو عناصر البيئة بدرجة تزيد عن حدود احتمال اتزان البيئة .

(ب) زيادة واحد أو أكثر من مكونات أو عناصر البيئة بدرجة تفوق حدود احتمال إتزان البيئة .

---

* تلوث البيئة الهيئة للتعليم التطبيقى والتدريب - الكويت ١٩٨٤ د. محمد عبدالسلام عراقى ، د. عبدالمنعم مصطفى وآخرين .

(جـ) سوء استخدام العلم والتكنولوجيا ، وتخلف الثقافة الإنسانية عن تحمل مسئولياتها والإسهام فى المحافظة على البيئة .

وهذه العوامل مترابطة مع بعضها ترابطا وثيقا ، ولكل منها علاقات متبادلة وانعكاسات وتأثيرات على العوامل الأخرى .

ودون تدخل الإنسان تظل الحالة الطبيعية للبيئة تسير سيراً عادياً ما لم تحدث كوارث طبيعية على نطاق واسع ، ولذلك يظل الإنسان هو السبب الرئيسي لأي خلل يحدث في البيئة ، وهو في هذا المجال أسوأ من الكوارث الطبيعية لأن أفعاله متكرره ودائمة ومتزايدة باستمرار فى حين أن الكوارث الطبيعية ليست من الأمور المعتادة أو التي تحدث بشكل متكرر أو فى فترات متقاربة .

ولكي نعرف بوضوح كيف يحدث الخلل البيئي سنتناول ما يحدث فى البيئة الصحراوية كمثال على مردود المتغيرات على وظيفة البيئة ونظامها وحدوث الخلل .

الصحراء كما نعلم نظام بيئي متكامل به كل المكونات اللازمة لجعله نظام قائم بذاته ، النباتات فيه هي العناصر المنتجة ، والحشرات وبعض الزواحف والقوارض عناصر مستهلكة من الدرجة الأولى وآكلات اللحوم (بعض الثعابين والعقارب والعناكب وثعالب الفنك) مستهلكات من الدرجة الثانية ، والماء والحرارة عاملان محددان للحياة فى ذلك النظام .

فإذا ما نظرنا إلى الصحراء كنظام بيئي من خلال هرم الغذاء ، نجد النباتات تشكل قاعدة الهرم ، والزواحف والقوارض تشكل الحلقة الوسطى أما ثعالب الفنك فتحتل قمة الهرم الغذائي .

الصحراء إذن نظام متزن ، ولكن ماذا لو انخفض معدل سقوط الأمطار في أحد الأعوام إلى الحد الأدنى ؟

نلاحظ أنه عندما ينخفض معدل سقوط الأمطار إلى الحد الأدني ، فإنه ينبت حد أدنى من النباتات الحولية تعيل حداً أدنى من آكلات العشب يكفي لإعالة حد أدنى من آكلات اللحوم ، ولذلك فإن التغير في مكون من مكونات النظام البيئي يحدث تغييرا في باقي المكونات ، ومع ذلك تبقى صورة الاتزان قائمة .

وماذا يحدث عند اصطياد أعداد كبيرة من ثعالب الفنك ؟ عندما يحدث ذلك فإن آكلات العشب تعيش في أمن أفضل ، وبذلك تحافظ على نسبة عالية من الأفراد مما يرهق نباتات الصحراء وتصبح غير قادرة على إعالة آكلات العشب كثيرة العدد ، فالنظام البيئي يصاب بالخلل في هذه الحالة ، لأن آكلات العشب تعيش في مجاعة ، بعضها يتحملها وبعضها الآخر لا يقوى عليها فيموت جوعا ، عندها تقل أعداد آكلات العشب وتصبح في حدود قدرة ما تبقى من المنتجات على إعالتها ، وما تبقى من أعداد ثعالب الفنك يتوفر لها ما يكفيها من غذاء وبذلك يأخذ النظام البيئي صورة جديدة من صور الاتزان .

صورة أخرى من صور اختلال الاتزان البيئي نجدها عند رش مبيدات الحشرات بجوار أحد الأنهار فنجد أن هذا المبيد ينتقل إلى مياه النهر فيقتل معظم

الأسماك به ، وتبقى أسماك الوحل والطين . فبعد أن كانت بيئة النهر مستقرة حدث خلل نتيجة تدخل الإنسان بوضع المبيدات في النهر فدمر هذا التوازن دون أن يعلم مسبقا عواقبه .

وهناك العديد من الأمثلة الحياتيه على تسبب الإنسان في إخلال التوازن البيئي سواء بطريقة مباشرة أم بطريقة غير مباشرة ، وليس ببعيد عنا مخلفات المصانع التي تضخ إلى الهواء وتلقى فيه بكميات تفوق الخيال ، وذلك يؤدي بالطبع إلى تأثيرات مختلفة في طقس الأرض ، علاوة على العواقب الوخيمة على الحياة كلها . فتخريب الإنسان للطبيعة يزداد كلما ازداد الطلب على المادة التي يستخرجها ، أو كلما شكلت هذه المادة سلعة تجارية يمكن تصديرها أو الاستفادة منها كما يحدث عند قطع أشجار الغابات لبيعها كأخشاب تستخدم في الصناعة ، وبذلك وقعت الغابات ضحية تطور الإنسان فتعرضت للاستثمار غير الرشيد (الاستنزاف) وبدون أي تقدير للمسئوليات أو للأضرار الناشئة عن ذلك والناتجة عن جهل الإنسان لدور الغابات في حياته ، ولجهله أيضا بأنها مخزن الطاقة الشمسية ومصدر الأكسجين الذي نتنفسه ، والغذاء الذي نتناوله ، ودون أي إدراك بأن إزالة الغابات عن مكان معين تصبح تلك البقعة جرداء فتفقد خصوبتها تدريجيا ، وبذلك يتم القضاء على النظم البيئية للغابة وتتدهور الحياة فيها

ولاشك في أنه يوجد الآلاف من أسباب وعوامل التدهور البيئي في العالم ، ومع أن التكنولوجيا قد أسهمت إلى حد بعيد فى توفير وسائل الراحة والوقاية من الأمراض والحد من الوفيات وتوفير حياة أفضل لكنها في نفس الوقت كانت عاملا رئيسيا ساهم في تخريب البيئة ، وتسببت في الكثير من الأمراض للكائنات الحية ،

فالتلوث الصناعي في البلاد المتقدمة ، والإسراف في استغلال الموارد الطبيعية في البلاد النامية كلها أمثلة حية للمشكلات البيئية الناتجة عن الاختلال فى النظم البيئية ، ولذلك كان لزاما أن يكون هناك دور للتنمية فى وقف التدهور والاختلال البيئي .

(٩) الاستنزاف Attrition

يعني الاستهلاك غير الحكيم للموارد الطبيعية سواء في الكمية أم النوعية . وقد مارست العديد من الدول المتقدمة (دول الشمال) دور استنزاف الموارد الطبيعية وبشكل مجحف في أراضي الدول الفقيرة ، ولكن عرف الإنسان بعد فوات الأوان أن كل ما يؤذي البيئة نتيجة استنزافه لمواردها يرتد عليه فى النهاية . وقد أصبح من الأهمية بمكان أن تكون هناك إدارة واعية للموارد الطبيعية من أجل بقاء الإنسان ، ويتطلب الأمر أن تُوجِدْ الدول مؤسسات تكون مهمتها حصر هذه الموارد والاشراف عليها وكيفية استخدامها وفق ضوابط ومعايير معينه بما يحقق بقاء هذه الموارد كمصدر عطاء دائم ، وهذا بالطبع يحد من عمليات استنزافها .

(١٠) التخطيط البيئي والتنمية المستدامة

التخطيط بصفة عامة هو أسلوب علمي يساعد في التوصل إلى أفضل النتائج لتحقيق أهداف موضوعة سلفا عن طريق وسائل محددة وفق جدول زمني معين . والتخطيط متبع الآن في كافة المجالات سواء الاقتصادي منها أم الثقافي .. العلمي أم الاجتماعي .. العسكري أم المدني ... الخ .

التخطيط البيئي هو جزء من التخطيط بصفة عامة ، ولكنه يُركز على التأثيرات البيئية للمشروعات الاقتصادية ويهدف بالدرجة الأولى إلى الاستغلال الراشد للعناصر والموارد البيئية دون إحداث أي خلل أو ضرر بالبيئة وفي نفس الوقت ليس له تأثير سلبي على الناحية الاقتصادية للمشاريع .

والتخطيط البيئي هو أحد الوسائل الهامة لدفع عملية التنمية المستدامة فالتخطيط السليم يتسم بالواقعية ويقوم على حصر* الحاجات والإمكانات حصرا واقعيا مع أخذه في الاعتبار العوامل التى يمكن أن تتدخل في المواقف سواء أكانت عوامل خارجية أم داخلية ، كذلك يتسم بالتكامل لأن كل عمل يتم في المجتمع تمتد آثاره إلى كل القطاعات بدرجات متفاوته كما أن السياسات الخاصة بالتنمية البيئية تعتبر جزءا لا ينفصل عن السياسة العامة للتنمية الشاملة ، ولذلك فإن عمليات التخطيط البيئي يجب أن تهتم بالمكونات الطبيعية والمشيدة في البيئة على حد سواء .

ولا يمكن فصل التخطيط عن التنمية لأنها تستند على مفهوم يعني أن الاهتمام بالبيئة أساس التنمية الاقتصادية لأن الموارد الطبيعية الموجودة بالبيئة هي أساس كل الأنشطة ، فإذا حافظنا على هذه الموارد أمكننا تحقيق التنمية ، أما إذا استنزفنا هذه الموارد حدث تدهور في البيئة تكون له آثار سيئة على النواحي الاقتصادية أيضا .

وبمعنى آخر فإن التنمية المستدامة هي تلبية احتياجات ومتطلبات الحاضر دون الإضرار والإخلال بتلبية حاجات المستقبل . وتتطلب في نفس الوقت الأخذ

---

* البيئة والتنمية المستديمة - الكويت ١٩٩٢ د.عبدالله الكندري

بالاعتبارات البيئية في الحسبان ، ويعتبر التخطيط الوسيلة الأولى لتحقيق التنمية بكل مظاهرها الاقتصادية ، والاجتماعية والصحية والثقافية . ورغم شيوع التخطيط كأسلوب علمي لاستغلال موارد الطبيعة ، ولضبط الاتزان بين الإنسان والبيئة ، إلا أن أكثر الدول تعاني من المشكلات البيئية الخطرة وذلك بسبب الإخفاق في فهم المدلول الشامل لمعنى التخطيط ، فقد ركز المسئولون عن التخطيط بالدرجة الأولى على المردود الإقتصادي لمشروعات التنمية دون الأخذ في الاعتبار البعد البيئي لهذه المشروعات .

التخطيط البيئي السليم هو الذي يهتم بالقدرات البيئية على الاستيعاب بحيث لا تتعدى مشروعات التنمية وطموحاتها الحد الأيكولوجي الحرج ، وهو الحد الذي يجب أن تتوقف عنده ولا تتعداه ، لكي لا تحدث نتائج عكسية قد تعصف بكل ثمار مشروعات الخطة وربما تؤدي إلى كارثة إيكولوجية ، أي أن التخطيط البيئي هو التخطيط الذي يطوع خطط التنمية بيئيا .

ويرتكز التخطيط البيئي على جملة أسس منها التقييم البيئي ، ويقصد به تقييم المعطيات البيئية واختيار الأنسب منها ، بما يقلل بقدر الإمكان من الآثار السلبية لأى مشروع من المشروعات ، ويتطلب هذا وجود مجموعة من الكوادر الفنية المتخصصة تعمل كفريق متناسق ، كما يجب توفير النظرة الشمولية والمتكاملة للخطة ويقصد بها تبني المشروعات التي تستهدف بالدرجة الأولى صيانة موارد البيئة وتنميتها والمحافظة عليها ، بغض النظر عما إذا كانت ستحقق عائدا اقتصاديا على المدى المنظور . وتعتبر الإدارة البيئية الواعية من أهم الأسس الاستراتيجية فى عملية التخطيط ، ويقصد بها اتخاذ الإجراءات الواقية من احتمال حدوث أي تدهور للبيئة أثناء التنفيذ ، وأن يكون للخطة المرونة الكافية لتحقيق أهدافها بأقل

تكلفة اقتصادية واجتماعية ممكنة ، والوصول إلى التنمية المتوازنة ، وهو ما يعني تحقيق التوازن بين خطط التنمية والخطط البيئية ، وتعتبر السياسات البيئية جزءا من أساليب التنمية الشاملة . ويحتاج التخطيط البيئي إلى عدة جوانب منها الخلفية الفنية المتخصصة ، والخبرة في التخطيط لمشاريع التنمية ، والنظرة الشمولية المتكاملة ذات البعد المستقبلى عند وضع القرارات البيئية .

*** عوامل وأسس التخطيط البيئي**

تعاني معظم الدول النامية من نقص في القوانين التي تضبط التوسع الصناعي ومشاريع الإنماء بشكل عام حسب أسس تكامل هذه المشاريع مع البيئة ، ولكن أصبح من الملح تدارك هذا الواقع سيما وأن سياسة الاهتمام البيئي بدأت تلعب دورا أكبر إزاء هذا الوضع .

ويمكن الرجوع إلى العوامل التالية كأساس عام فى التخطيط الذي تراعى فيه الأسس والعلاقات البيئية :

(أ) المساحات المطلوبة لتنفيذ المشروع المقترح والمرافق العامة والتخديمية التي يحتاجها وكلفتها التقديرية .

(ب) طبيعة واستخدامات الأرض التى ستتم عليها عمليات بناء المشروع المقترح وذلك من ناحية الغطاء النباتي والحيواني وأهميتها البيئية والجمالية .

(جـ) توفر المواد الأولية إذا كان المشروع صناعيا .

(د) توفر التجهيزات والآليات اللازمة .

(هـ) توفر الطاقة اللازمة لمراحل البناء والتجهيز والاستثمار .

(و) توفر اليد العاملة وإمكانية استيعابها بالبيئة المجاورة .

(س) توفر سبل المواصلات والاتصالات .

(ح) مدى أهمية المشروع من الناحية الاستراتيجية والقومية .

(ط) تأثير جميع مراحل المشروع على البيئة وكذلك تأثير البيئة على سهولة تنفيذ واستثمار المشروع .

(ك) مدى إمكانية وسهولة التخلص من النواتج الثانوية والمخلفات الصلبة والسائلة والغازية إن وجدت .

(ل) امكانية إعادة استخدام بعض المواد المتخلفة عن الصناعة أو الموارد الطبيعية .

*** الاعتبارات البيئية في إقامة مشاريع التنمية**

إن الجهات المعنية بالتخطيط وحماية البيئة مسئولة عن دراسة جميع الجوانب البيئية لمشاريع التنمية المختلفة وهي مطالبة بالاستعانة بالمتخصصين فى علوم البيئة والمجالات الأخرى كالمتخصصين في تصميم طرق سير المركبات وهندسة التربة والمياه الجوفية والهندسة البحرية للوصول إلى الحلول التي من شأنها جعل المشاريع ناجحة عمليا وذات آثار بيئية محدودة يمكن التغلب عليها .

فمثلا تختلف نظرة المسئولين للبيئة البحرية بدولة تعتمد على تحلية مياه البحر كمصدر أساسي لمياه الشرب كدولة الكويت عن دولة أخرى تعتمد على البيئة البحرية كمصدر للثروة السمكية أو السياحة . وعلى هذا الأساس فإن إحداث أي تغيير في أحد المكونات سوف يكون له ردة فعل على المكونات الأخرى وعلى طبيعة الاستغلال الممكنة للمناطق الساحلية ، مما يتوجب على

المسئولين عن التخطيط ومشاريع التنمية توخـي الحـرص وإجـراء الدراسـات البيئيـة للمشاريع واختيار الحلول التي من شأنها الحد من التسبب فى تغيرات بيئية قـد تخـل بالتوازن البيئي ، أو تؤثر على المشاريع القائمة ، وقد دفع ذلك عدد من المتخصصين بحماية البيئة للدعوة لإعادة النظر وإجراء الدراسات البيئية الدقيقة قبل إقامة المنشآت الصناعية الكبيرة وهي سياسة اتبعتها العديد من الدول المطلة على البحر .

(١١) تقييم المردود البيئي

منذ بداية الخمسينات ومع زيادة الوعي البيئي بدأ تركيز الانتباه نحو التفاعل بين مشاريع التنمية والتأثيرات البيئية الناجمة عنهـا . وقـد أدى هـذا الاهتمـام إلى أن يطالب المواطنون بضرورة توضيح الجوانب البيئية قبـل اتخـاذ أي قـرار يتعلـق بتنفيـذ المشاريع التنموية المختلفة . وقد تبنى هذا التوجه بالفعل بعض المسئولين الحكوميـين المعنيين بشئون الصحة والبيئة في الدول النامية .

لم تكن البداية في دراسـة التفـاعل بـين مشـاريع التنميـة والتأثـيرات البيئيـة الناجمة عنها أو ما يطلق عليها " بالمحاولات البدائيـة فـى تقييـم المشـاريع التنمويـة " على مستوى من النضـج والفعاليـة إذ غالبـا مـا كـان هـذا التفـاعل علـى دراسـات اقتصادية بحته تعرف حاليا بدراسة " تحليل الفوائـد والتكـاليف " والتـى تم تطويرهـا لتمثيل كل التأثيرات على شكل تكلفة الموارد مقدرة بالمصطلحات المالية .

ونظرا لظهور بعض المشاكل من جراء إستخدام الدراسـة الاقتصاديـة فقـط عند تقييم المشاريع التنموية كما حدث بعد إنشاء السد العالي في أسـوان بجمهوريـة مصر العربية والمطار الثالث المقترح في لندن ، فقد ظهر جلياً مدى الخلـل والقصـور

في استخدام هذه الطريقة ، مما أدى إلى تطوير آخر يعني بالجوانب البيئية عند تقييم المشاريع التنموية ويمنحها وزنا لا يقل عن الجوانب الفنية والاقتصادية المرتبطة بالمشروع . هذا النظام يعرف حاليا بدراسات " **تقييم المردود البيئي** " .

ان اوائل الذين استخدموا نظام تقييم المردود البيئي كوسيلة لجمع المعلومات لم يستوعبوا السياسة البيئية المتعلقة بالمشروع المقترح حينما لم يُضمنوا النظام بعضا من الاستفسارات الهامة والحيوية والتي تشمل مدى الحاجة للمشروع المقترح والبدائل المناسبة التي تدر نفس الأرباح ، وأوجه الاختلاف من ناحية التأثير البيئي الناجمة عن كل بديل ، ومقارنة نقل التكولوجيا الخطرة بمستويات السلامة والأمان للمواطنين بالإضافة إلى مدى ضمان حماية البيئة في المناطق ذات المناظر الطبيعية ، وبيئة الانسان .

من خلال هذه الاستفسارات الهامة والحيوية يمكن إدراك مدى أهمية دراسات تقييم المردود البيئي كأداه رئيسية في التقييم السليم للمشاريع التنموية المختلفة وفي تشكيل الخطط والسياسات البيئية السليمة .

*** أهداف تقييم المردود البيئي**

ان الغرض أو الهدف الرئيسي من استخدام نظام تقييم المردود البيئي هو التعرف على التأثيرات البيئية والاجتماعية والصحية المحتملة من مشروع معين وتحديدها من خلال تقييم الآثار الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية والاقتصادية والاجتماعية بشكل يسمح باتخاذ قرار منطقي سليم ومعقول بشأن تنفيذ المشروع المقترح وإجراء الحلول التي من شأنها تقليل الآثار السلبية الناجمة عنه عن طريق

دراسة المواقع البديلة للمشروع أو العمليات البديلة الممكنة . وبناء على ما تقدم فقد تنوعت تعاريف تقييم المردود البيئي من مكان لآخر ولا يوجد حتى الآن تعريف عام مقبول عالميا لهذا النظام وتبين التعاريف التالية مدى التنوع والاختلاف في أهداف نظام تقييم المردود البيئي :

(أ) أحد هذه التعريفات يقول بأن تقييم المردود البيئي عبارة عن فعالية أو نشاط إبتدع بهدف التنبؤ بالتأثيرات المختلفة على مكونات البيئة وصحة الإنسان وكأداه يمكن من خلالها الحكم على صحة الاقتراحات التشريعية والسياسات والبرامج والمشاريع والخطوات التشغيلية إضافة إلى ربط وتفسير المعلومات المتوفرة عن التأثيرات المتوقعة .

(ب) تعريف آخر يبين أن الهدف من تقييم المردود البيئي هو الوصف والتنبؤ بايجابيات وسلبيات المشروع المقترح بعد التعرف عليها . ولكي يكون هذا التقييم ذا جدوى فلا بد من توصيله لصانعي القرار بطريقة واضحة ومفهومه ولا بد من تحديد الإيجابيات والسلبيات بناء على قاعدة أو معيار يناسب الدولة التي سيقام على أرضها المشروع .

(جـ) تعريف ثالث يوضح أن الهدف عبارة عن وسيلة لتقييم الآثار البيئية والاجتماعية التي قد تنجم عن مشروع ما .

(د) رابع يبين أن التقييم عبارة عن قيم كمية لعناصر متغيرة يتم اختيارها حسب نوع المشروع ومكانه وتشير إلى جودة البيئة ونوعيتها قبل وأثناء وبعد تنفيذ المشروع المقترح .

(هـ) وأخيرا وليس آخراً هناك من يقول أن هذا النظام عبـارة عـن عمليـة اختيـار منهجية منسـقة تشـمل التأثـيرات البيئيـة للمشـاريع والسياسـات والخطـط والبرامج ، تهدف إلى التلميح لصانعى القـرار بـالطرق البديلـة للتنفيـذ قبـل اتخاذ القرار .

وهنا لابد من الإشارة إلى التعريف الصادر من برنامج الأمم المتحـدة للبيئـة (UNEP) بشأن تقييم المردود البيئي الذي يؤكد على أن اتخاذ القرار حول التأثـيرات الإيجابية والسلبية لمشروع ما لابد أن يكون أحد العنـاصر الهامـة فـى نظـام المـردود البيئي وذلك حسب الظروف الخاصة بكل دولة .

*** مميزات تقييم المردود البيئي**

يعتبر نظام تقييم المردود البيئـي أداة فعالـة في الاسـتخدام السـليم للمصـادر البشرية والطبيعية التي تثبت أهميتها سواء لمؤيدي المشروع المقترح أو حتى لصـانعي القرار . إذ قد يقلل استخدام هذا النظام من التكاليف والوقت الذي يستغرق عـادة في اتخاذ القرار وذلك عن طريق التقليل قـدر الإمكـان مـن تكـرار الجهـود المبذولـة وقياس كمية التأثيرات الأولية والثانوية التي قد توجب إدخـال أجهـزة غاليـة الثمـن للتحكم في التلوث ، أو توجب التعويضات أو أية تكاليف مستقبلية . ولكي يكـون هذا النظام ناجحا وفعالا لابـد أن يؤخـذ بعـين الاعتبـار تنفيـذه وإنجـازه في مرحلـة متقدمة من تخطيط وتصميم المشروع واعتباره عنصـرا رئيسيا وهامـا ومتكـاملا في تصميم المشروع لا أن يكون شيئا يستفاد منه بعد انتهاء تنفيذ المشروع .

ويتميز نظام تقييم المردود البيئي بمقدرته الفائقة على اختبار التصاميم البديلة للمشروع المقترح وأختيار الأنسب من بينها حسب التأثيرات البيئية الناجمة عن كل بديل وذلك بشرط أن يتم ذلك في مرحلة متقدمة من مراحل تصميم وتخطيط المشروع .

وهكذا نرى أن النظام لا يهدف إلى بحث التأثيرات السلبية فقط وإنما يتعدى ذلك إلى توفير الأرباح وتحقيق أفضل النتائج من خلال اختيار الموقع المناسب والعمليات التشغيلية المناسبة وهذا ما يكسب المشروع ميزات مالية على المدى البعيد إذ لو تم تحديد مشكلة ما فى مرحلة متقدمة من تخطيط المشروع لأمكن توفير الكثير من المال الذي ينفق لحلها فيما بعد . وفي أسوأ الظروف ، قد يكون التخلي عن فكرة تنفيذ المشروع أمرا مطلوبا لو وجد أن المواقع المقترحة أو التصاميم البديلة لا تتناسب والآثار السلبية المحتملة من المشروع ، وهذا بالطبع سوف يوفر تكاليف رأس المال .

ان إدماج نظام تقييم المردود البيئي ضمن خطة اتخاذ القرار له في الحقيقة فوائد كثيرة ، فلو كان التنبؤ بالآثار المحتملة من المشروع المقترح متاحا لأمكن تجنب الآثار السلبية إلى أقصى حد ولأمكن تحديد المناطق الأكثر عرضة للآثار السلبية وبالتالي اتخاذ قرار بالإختيار الأنسب للموقع البديل .

واستخدام نظام المردود البيئي له بعض السلبيات ، فإن تقييم المردود البيئي فى الحقيقة ليس (دواء) عالميا يشفي جميع أمراض البيئة على الرغم من ميزاته التي ذكرت سابقا . فهناك بعض العقبات التي تعيق تطبيقه أحيانا وتحد من استخدامه أحيانا أخرى ومن أهم هذه العقبات أو السلبيات ما يلى :

(أ) السياسات الوطنية التي يضعها نواب الحكومات ، والتى تجعل التقييم ينحصر بداخلها ولا يخرج عن معانيها الضمنية .

(ب) الحالات التي تنشأ من اقتراح يتعلق بمطلب عام ،(كشروط التوظيف مثلا) حيث يكون من غير المناسب استخدام هذا النظام لإيقاف مشروع يتوقع أن يشغل الألوف من سكان المنطقة على الرغم من السلبيات البيئية التي قد تنجم عن تشغيله .

(جـ) استخدام النظام فقط عند وجود جدال أو نزاع معين حول مشروع ما ، إذ تكون فعالية وحيادية نظام التقييم قد ضعفت لأن الجهة صاحبة المشروع (موضوع الجدال أو النزاع) قد إلتزمت بشكل نهائي في تنفيذه ولن تتخلى عنه .

(د) عدم وجود الوقت الكافي لإجراء تقييم المردود البيئي ، مما يضعف القدرة على تعديل المقترحات أو إنجاز أية سلبيات أو إيجابيات متوقعة من المشروع .

(هـ) الخطر المتمثل في توجيه وانحياز التقييم لصالح الجهة المسئولة عن المشروع ، إذ قد يأخذ الانحياز شكل وثيقة دعائية وإعلامية بدلاً من أن يكون عاملا مساعدا وهاما في صنع القرار ، وقد يلجأ أصحاب المشروع إلى عرض (موسوعة) في تقييم المردود البيئي لإقناع السلطات بضرورة استكمال المشروع .

(و) السطحية في التقييم ، بحيث يفشل النظام في توفير المعلومات المتعلقة بخصوصيات التأثيرات (كتحديد أهم عناصر متغيرات التأثير) .

وقد يفشل ايضا في تحديد الفـاصل الزمـني للتأثـيرات ومدتهـا سـواء أكـان ذلك أثناء عمليات البناء أو التشغيل .

ومن خلال هذه السلبيات أو العقبات فإن المميزات المحتملـة مـن إستخدام نظام المردود البيئي قد تقـل إلى أقصـى حـد ممكـن ويكـون تنفيذهـا حينئـذ مضيعـة للوقت وإهدار للأموال والإمكانيات دون التوصل إلى نتائج مفيدة .

الفصل الثالث

التربيـــة البيئيـــة

أصبحت دراسة التربية البيئية من الموضوعات الهامـة الـتي تحظى الآن أكـثر من أي وقت مضى باهتمام متزايد مـــن قبـل الـتربويين فـى العـالم أجمـع ، وقـد زاد الإدراك بأهميتها لعلاقتها الوطيدة بالتنمية الاجتماعية لأى بلد .

وقد أخذت الـبرامج التعليميـة في إدخـال هـذا الموضـوع ضمـن مناهجهـا وكتبها المدرسية بشكل أو بآخر ، والهدف من ذلك هو كيف نعد الأفـراد لينشـأوا نشأة بيئية سليمة والمساهمة فى الحفاظ على بيئتهم . وقد ناقشـت المؤتمـرات البيئيـة هذا الموضوع بدءا من مؤتمر **إستوكهولم** ومرورا بمؤتمـر **تبليسـي وبلجـراد** ، وكـان الهدف هو إعداد الفرد الواعي بالمشكلات التى تعاني منها البيئة وكيفية العمل علـى إيجاد حلول لهـــا ، والتعامل مع هذه المشكلات بطريقة صحيحة .

أى أن من أهم أهداف التربية البيئيـة الاهتمـام بالبيئـة وإعـداد الفـرد الـذي يتميز بالعلم والسلوك القادر على التنبؤ بالمشكلات البيئية المصاحبـة للتقـدم والـذى يستطيع العمل الفردي والجماعي لمجابهة هذه المشكلات .

وقد اهتمت الكثير من الدول بدراسة التربيــة البيئيــة فى المجـــال التعليمي وعقدت عدة مؤتمرات نظمتها الأمم المتحدة وكان بدايتها مؤتمر **قارنا** عام ١٩٦٨م والذي تم فيه ربـط تدريـس العلـوم بحيـاة الأفـراد والمجتمعـات ثـم عقـد مؤتمـر عـام ١٩٧٣م في **ماري لاند** بالولايـات المتحـدة الأمريكيـة حيـث نوقـش فيـه موضـوع إعداد وتدريب المعلمين للقيام بتدريس العلـوم المتكاملـة باستخدام مداخـل بيئيـة ، كما عقدت المؤتمرات الأخرى فى **بلجراد** ١٩٧٥ **وتبليسي** ١٩٧٧ (الـذي يعتـبر نقطة تحول كبيرة فى تاريخ علم التربية البيئيـة) وكـان مـن نتائجهـا معرفـة كيفيـة إدخال المفاهيم البيئية فى المواد الدراسية المختلفة . وهنا لا بد لنـا مـن وقفـة حيـث قدم لنا علماء التربية ثلاثة آراء أو أساليب لتضمينها فى المناهج الدراسية هي :

(١) المدخل المستقل :

وهي برامج دراسية متكاملة للتربية البيئيـة بحيـث تـدرس كمنهـاج دراسـي مستقل قائم بذاته . ومـع أن هـذا المدخـل يلائـم المرحلـة الإبتدائيـة أو التعليـم قبـل المدرسي لأن تلاميذ هاتين المرحلتين لا يعرفون تفريع المعرفـة ويسـهل تدريـس هـذا بسهولة ، إلا أن هذا المدخل آخذ في الانتشار في التعليم الجامعي ، وقد أثبت ذلـك جدواه وأثره فى تكوين إتجاهات إيجابية تجاه البيئـة . وذلـك يعـني أن تكـون التربيـة البيئية مادة جديدة تضاف إلى الخطـة التدريسية وتـزداد المـادة تشـعبا كلمـا ارتفـع المستوى التعليمي .

(٢) المدخل الإندماجي :

ويتم بإدخال المعلومات البيئية فى المواد الدراسية أو ربط المحتوى بقضايا ومشاكل بيئية . ويكون ذلك مرتبطا بمواد العلوم والدراسات الاجتماعية على وجه الخصوص .

(٣) مدخل الوحدات الدراسية :

ويتضمن إدخال وحدة أو فصل عن البيئة داخل إحدى المواد الدراسية مثل الأحياء أو الجغرافيا أو اللغة العربية . كذلك توجيه مادة دراسية بأكملها توجيها بيئياً . وقد وضعت المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم (**أليكسو**) منهجا في العلوم عن البيئة يدرس في المرحلة المتوسطة .

ونجد في المدخلين الثانى والثالث أنه لا بد من إعداد المدرسين إعداداً جيداً حتى يمكنهم القيام بدورهم على الوجه الأكمل .

ولكن ما هي الأهداف العامة للتربية البيئية ؟

يمكن تلخيص الأهداف الرئيسية للتربية البيئية كما حددها وليم ب - ستاب William.B-Stapp فيما يلي :

مساعدة الأفراد على اكتساب المفاهيم التالية : -

(١) ان الإنسان جزء لا يتجزأ من النظام البيئي وللإنسان القدرة على أن يغير من هذا النظام سلباً أو ايجاباً .

(٢) المحافظة على نوعية النظام البيئي وتنميته من أجل تقدم الإنسان ورفاهيته مادياً وإنسانياً .

(٣) الفهم الحقيقي لكيفية الإستخدام الأمثل للموارد الطبيعية أو الصناعية والاعتبارات التي تحكم هذا الاستخدام .

(٤) التفهم الكامل للمشكلات البيئية التي تواجه المجتمع وكيفية المساهمة في حل هذه المشكلات .

(٥) مساعدة الأفراد والجماعات على اكتساب المهارات اللازمة لحل المشكلات البيئية وتطوير الظروف البيئية إلى الأفضل .

لذلك فلكي تحقق التربية البيئية هذه الأهداف ينبغي أن تقدم للتلاميذ المعلومات التي تساعدهم على فهم البيئة المحيطة بهم وتكسبهم اتجاهات واهتمامات بناءه نحو حل المشكلات التي تعاني منها البيئة . ويذكر عن ذلك أنه لتحقيق * أهداف التربية البيئية فإنه يمكن تصنيفها في أبعاد ثلاثة هي :

(أ) البعد الإدراكي :

ويضم المعلومات التي يجب أن يعرفها الأفراد نحو بيئتهم وكل ما تحتويه من موارد وما تتعرض له من مشكلات .

---

* التربية البيئية – النموذج والتحقيق والتقويم – دار المعارف ١٩٨٨- القاهرة د/ صبرى الدمرداش .

(ب) البعد المهاري :

ويشمل المهارات التي يجب إكسابها للأفراد والجماعات ليتمكنوا من التعامل مع بيئتهم .

(جـ) البعد الإنفعالي :

ويختص بالاتجاهات والاهتمامات والميول وأوجه التقدير التي يجب إكسابها للأفراد والجماعات لترشيد سلوكهم تجاه بيئتهم .

يتضح مما سبق أن التربية البيئية بمعناها الشامل هي عملية إعداد الفرد للتفاعل مع بيئته التي يعيش فيها بما تشمله من موارد ، وتنمية الجوانب التي تساعده على فهم العلاقات المتبادلة بينه وبين المحيط من حوله . كذلك تنمية المهارات التي تمكنه من المساهمة في حل مشكلات بيئته وما قد يتهددها من أخطار ، مع تكوين الاتجاهات والقيم السلوكية نحو هذه البيئة لتقدير أهمية العمل على صيانتها والمحافظة عليها .

أي أن الهدف الأسمى من التربية البيئية هو إعداد الفرد وتوجيهه سلوكيا للمحافظة على بيئته . وهناك أيضا التربية السكانية ، حيث يوجد تداخل بين التربية البيئية والتربية السكانية ، فأي تقدم يحرز في أيهما ينعكس على الأخرى . فالتربية السكانية تهدف إلى تلافي المشكلات السكانية والناجمة عن تأثيراتهم السيئة فى البيئة ، مثل التخلص من القمامة ومياه الصرف الصحي والعشوائيات ... الخ ،

بهدف تحقيق حياة سعيدة للفرد والأسرة والمجتمع ، وذلك بالطبع يؤثر ويتأثر بتربية الفرد البيئية .

*** التربية البيئية فى الاسلام والتراث العربى :**

التربية البيئية ليست حديثة العهد ، فقد حثنا الإسلام وطالبنا بالاهتمام بالطبيعة واستثمارها دون استنزاف وذلك ورد فى كثير من آيات القرآن الكريم ، نذكر منها على سبيل المثال :

﴿ ولا تفسدوا في الأرض بعد إصلاحها ذلكم خير لكم إن كنتم مؤمنين ﴾

﴿ سورة الأعراف آية ٨٥ ﴾

﴿ وخلق كل شيء فقدره تقديرا ﴾

﴿ سورة الفرقان آية ٢ ﴾

كما حضت الأحاديث النبوية الشريفة على حماية البيئة ورعايتها ، ومن هذه الأحاديث الكثير مثل . قول الرسول صلى الله عليه وسلم :

" اتقوا الملاعن الثلاثة : البراز في الماء وفي الظل وفي طريق الناس "

وقوله عليه السلام :

" إن قامت على أحدكم القيامة وفي يده فسيلة فليغرسها "

وقوله أيضا :

" لا يبولن أحدكم في الماء الراكد ثم يغتسل فيه ".

ولو نظرنا إلى أحدث النظريات في التربية البيئية فلن نجدها تخرج عن هذا الإطار . والتراث العربي مليء بما يؤكد على أن التربية البيئية هي إحدى الركائز التي كانت موضع الاهتمام عند العرب ولكن ما جعل التربية البيئية تأخذ الإهتمام الزائد فى العقدين الماضيين هو ظهور الكثير من المشكلات البيئية التي أصبحت تهدد مستقبل البشرية مثل الانفجار السكاني والتصحر والتلوث بأنواعه المختلفة نتيجة الإخلال الذي أحدثه الإنسان بالبيئة ولذلك كان من الضرورى على التربية أن توجه الإنسان لتحمل مسئولية إصلاح ما أفسده وعدم تماديه في التخريب والإتلاف ببيئته ، لأن بقاء الجنس البشري يتطلب من كل فرد في المجتمع أن يكون متفهما لعلاقته ببيئته وأن يكتسب من القيم والميول والاتجاهات ما يمكنه من المحافظة على هذه البيئة التى يعيش فيها ، وأن ينشط سواء على المستوى الفردي أم المستوى الجماعي للتغلب على المشكلات التي تعاني منها بيئته ، أو منع ظهورها لأن تخريب البيئة غالبا ما يقع في المجتمعات التي يعجز فيها المهتمون بالبيئة عن اتخاذ أى إجراء ، وهذه هي خلاصة فلسفة التربية البيئية .

*** التربية البيئية في الوطن العربي :**

واقع التربية البيئية * في أقطار الوطن العربي يوضح أن هناك اختلافات كبيرة في النظرة من حيث تطبيق مفاهيم التربية البيئية وتضمينها مناهج التعليم ،

---

* التربية البيعية فى مناهج التعليم العالي بالوطن العربي – المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم – تونس ١٩٨٧ .

كما اتضح أن هناك درجات مختلفة من حيث أسلوب تعامل الأفراد مع البيئة يتراوح بين الجور الزائد عليها وبين صيانتها ، ويتميز الواقع بالتالي :

(١) ان كل الأقطار العربية تعاني من مظاهر الاعتداء على البيئة يتساوى في ذلك الكبار والصغار ، الأقطار الفقيرة والأقطار الغنية ، ولكن تزداد وضوحا في البلاد الأكثر فقراً .

(٢) البلاد العربية تعاني من المشكلات البيئية الناتجة عن ظاهرة الهجرة من الريف إلى المدن .

(٣) التطور الصناعي غير منظم مما يؤدى إلى الجور على الأراضي الزراعية وإلقاء الفضلات في الأماكن المكشوفة بما تحمله هذه الفضلات من سموم سريعة التأثير على ما حولها من ماء وهواء وتربة .

(٤) تقوم بعض الأقطار بمحاولات لمواجهة نتائج هذه الممارسات الناتجة عن إغفال الدور البيئي في خطط التنمية الوطنية مثل التوعية الجماهيرية بالمشاكل البيئية وإدخال التربية البيئية في المناهج الدراسية .

أما بالنسبة لدول الخليج العربية فيتزايد الاهتمام بالتربية البيئية في الوقت الحاضر أكثر من أي وقت مضى وقد قام مكتب التربية العربي لدول الخليج بعقد ندوات لمراجعة محتوى المناهج الدراسية بهدف صياغة أهداف التربية البيئية لأهميتها القصوى ، ونظرا لما رافق التقدم التكنولوجي والعلمي من إلحاق الأذى بالمكونات البيئية وتأثيرها على الإنسان .

وكان نتيجة للجهود الكبيرة التى قام بها المكتب إعداد صيغة موحدة لأهداف المواد الدراسية بمراحل التعليم العام فى دول الخليج ، فكان هناك نصيب وافٍ للتربية البيئية من بين هذه الأهداف ، مما أفاد كثيرا فى زيادة الوعي البيئي بين شعوب المنطقة ، وقد ظهر ذلك واضحاً في السنوات الأخيرة .

تلــــوث الهـــــواء

علمنا أن التلوث هو أن يوجد في البيئة عامل أو مادة بكميـات أو صفـات لمدة زمنية تؤدي بطريق مباشر أو غير مباشر ، وحدهـا أو بالتفـاعل مـع غيرهـا إلى الإضرار بالصحة أو تؤثر سلبا على استمتاع الإنسان بحياته .

تلوث البيئة أصبح ظاهرة منتشرة بشكل واضح في كل مكـان علـى سـطح الكرة الأرضيـة ، لدرجة أن أصبحت البيئة غير قادرة على تجديد مواردها الطبيعية ، فأصبحت الأجواء ملوثة بدخـان وغـازات المصـانع . كمـا أصبحـت ميـاه الأنهـار والبحار والبحيرات مكانا مفضـلا لـدى الإنسـان لإلقـاء مخلفاتـه فيهـا . وترسـبت المعادن الثقيلة والمبيـدات والعنـاصر السـامة في الغـذاء الـذى نتناولـه سـواء بطريقـة مباشرة أو غير مباشرة .

فى الماضي جاهد الإنسان واستخدم عقله وعلمه من أجل التعمير والبنـاء ، ولكنه الآن يكافح لتتحول ثمـرة جهـاده إلى التدمـير والفنـاء .. فهـو يصنـع القنـابل والأسلحة النووية ، ويجـري لاهثـا وراء التكنولوجيـا الحديثـة دون أن يـدري أنـه

بذلك إنما يضر بنفسه وببيئته ، ويخل بالتوازن الطبيعي الذى أوجده اللـه في نظام دقيق كما يقول سبحانه وتعالى في كتابه الكريم ﴿ إنا كل شيء خلقناه بقدر ﴾ .
﴿ سورة القمر آية ٤٩ ﴾

فالبيئة وحدة واحدة لا تتجزأ ، والملوثات تتحرك بحرية ، لا تعرف الحدود السياسية للدول حتى تقف عندها ، لأن الغلاف الهوائي حول الأرض وحدة واحدة ، كذلك بحار العالم وأنهاره مفتوحة كأنها بحر واحد .

فالمدنية الحديثة التي نعيشها هي السبب الرئيسي في الويلات والمشاكل التى نعانى منها .. وأولها التلوث .. فالإنسان الذي عاش آلاف السنين محاولا حماية نفسه من الطبيعة وويلاتها يقضي الآن عمره وهو يحاول حماية الطبيعة من نفسه ، بعد أن خربها ... وأبسط مثال على ذلك هو الهواء اللازم لحياتنا والذي يلوثه الإنسان بأنشطته المختلفة ... فيلحق الأذى بنفسه وبكل ما يحيط به .

وتزداد نسبة التلوث الهوائي بزيادة التقدم التكنولوجي في العالم لأن التقدم التكنولوجي للدول يقاس بعده مظاهر ، منها كمية الطاقة المستهلكة وهذا بالطبع يتطلب استخدام كميات هائلة من الوقود الذي ينفث ببقاياه ونفاياته إلى الهواء على هيئة دخان وشوائب عند احتراقه .

فالغلاف الجوي يحيط بالكرة الأرضية ويظل حولها وملتصقا بها بسبب الجاذبية الأرضية ، ولذلك يعتبر الغلاف الجوي سقفاً للأرض ، ولهذا فنحن نعيش

في الأرض وليس على سطحها كما يقول البعض* لأن سقف الأرض الذي من فوقنا هو جزء لا يتجزأ من الأرض .

والغلاف الهوائي خليط من عدة غازات بتركيب دقيق أوجده الخالق سبحانه وتعالى حتى يتلاءم وحياة جميع الكائنات الحية .

ولا يستطيع الإنسان أو أي كائن حي آخر ، الاستغناء عن الهواء لفترة وجيزة ، بينما يستطيع الحياة دون ماء لعدة أيام ، أو دون غذاء ربما لأسابيع .

وترجع أهمية نقاء الهواء وخلوه من الملوثات إلى أن الإنسان لا خيار له فيما يتنفسه من هواء ، فغالباً لا يستطيع تمييز الهواء النقي من الهواء الملوث ، بعكس الماء والغذاء فإنه يختار ما يريد ، علاوة على أن الإنسان يحتاج إلى كمية كبيرة نسبيا من الهواء ، فهو يتنفس حوالي ٢٣٠٠٠ مرة في اليوم الواحد في الظروف الطبيعية (١٦ مرة في الدقيقة) .

*** مكونات الهواء الجوي**

يتكون الهواء الجوي (الهواء غير الملوث) في الظروف العادية من حوالي ٧٨,٠٩٪ نيتروجينا ، ٢٠,٩٤٪ أكسجينا (حجماً) بينما باقي مكوناته تشمل العديد من الغازات مثل ثاني أكسيد الكربون والأرجون والهيليوم والكريبتون والزينون ، علاوة على نسبة متغيره من بخار الماء وكميات صغيرة جدا من غازات

---

* مقالة الفلك والكون – مجلة كنوز العلم – دار الاعلام والنشر العلمي – القاهرة ١٩٩٣ د. محمد جمال الدين الفندي .

أخرى عضوية وغير عضوية مثل الميثان وثاني أكسيد الكبريت والهيدروجين وأكسيد النيتروز والأمونيا وأول أكسيد الكربون ، (جدول رقم ١) ، بالإضافة إلى جسيمات دقيقة صلبة وسائلة مختلفة المصادر ، كما يحتوي على بعض الإشعاعات الكونية .

ومن المعروف أن بعض مكونات الهواء تختلف نسبتها باختلاف الزمان والمكان . فبينما تزداد نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون في المناطق الصناعية أو المزدحمة تقل هذه النسبة في الأماكن الزراعية أو المكشوفة ، على عكس نسبة الأكسجين . وبينما تزيد نسبة الأمونيا (NH_3) في أماكن تحلل الفضلات العضوية ، وتزيد نسبة أول أكسيد الكربون (CO) في الشوارع المزدحمة بالسيارات وقت الذروة ، نجدها تقل في أيام الأجازات .

المادة	النسبة المئوية بالحجم	المادة	النسبة المئوية بالحجم
النيتروجين	٧٨,٠٩	الزينون	٠,٠٠٠٠٠٨
الأكسجين	٢٠,٩٤	أكسيد النيتروز	٠,٠٠٠٠٠٢٥
الأرجون	٠,٩٣	الهيدروجين	٠,٠٠٠٠٠٥
ثاني أكسيد الكربون	٠,٠٣١٨	الأوزون	٠,٠٠٠٠٠٢
النيون	٠,٠٠١٨	ثاني أكسيد الكبريت	٠,٠٠٠٠٠٠٠٢
الهيليوم	٠,٠٠٠٥٢	أول أكسيد الكربون	٠,٠٠٠٠٠١
الكريبتون	٠,٠٠٠١	الأمونيا	٠,٠٠٠٠٠١

جدول (١)* نسب الغازات المختلفة المكونة للهواء الجوي

---

* النسب بالجدول وفق تقديرات الجمعية الكيميائية الأمريكية ١٩٦٥ . ويفترض أن نسب بعض الغازات الملوثة للهواء قد زادت عن ذلك .

ومن المعروف أن التأثر بالملوثات لا يرتبط بتركيزات الملوثات فقط ، ولكن أيضا بمدة التعرض لها ، ويرجع ضرر الهواء الملوث إلى أنه يدخل إلى الدم مباشرة عن طريق الجهاز التنفسي .

*** الغلاف الجوي Atmosphere**

﴿ والقمر إذا اتسق لتركبن طبقا عن طبق ﴾
﴿ سورة الانشقاق آية ١٨،١٩ ﴾

يقدر العلماء إرتفاع الغلاف الجوي بأكثر من ١٠٠٠ كيلومتر ، ولكنه بالطبع يكون مخلخلا بعد طبقة الستراتوسفير ويقل تدريجيا حتى الإنعدام عند نهاية الغلاف ، وهو يضغط على سطح الأرض (الضغط الجوي) بقدر يساوي كيلو جرام لكل سنتيمتر مربع من سطح الأرض .

ويقدر العلماء الضغط الجوي على جسم الإنسان بما يساوي وزن سيارة صغيرة ، ولكن لا نشعر به لتساوي هذا الضغط مع الضغط داخل أجسامنا .

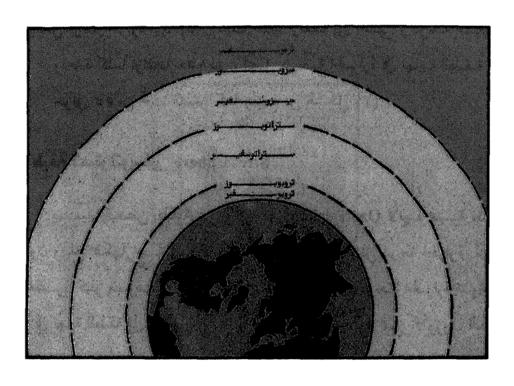
ويقل الضغط الجوي كلما ارتفعنا إلى أعلى ، ليصل إلى نصف قيمته على ارتفاع ٥٦٠٠ متراً من سطح الارض ، وبذلك ينعدم الضغط الجوي تقريبا طبقا لهذه القاعدة على ارتفاع ٢٩ كيلو متر . ولهذا فنحن نشعر بالاختناق كلما إرتفعنا عن سطح البحر ، وذلك بسبب نقص الضغط الجوي ونقص الأكسجين .

والقرآن الكريم يذكر ذلك في سورة الأنعام .

﴿ ومن يرد ان يضله يجعل صدره ضيقا حرجا كانما يصعد في السماء ﴾

﴿ سورة الأنعام ١٢٥ ﴾

ولذلك يستخدم رواد الفضاء بدلا مكيفة الضغط وأكسجين للتنفس . ويتركب الغلاف الجوي من عدة طبقات يختلف تصنيفها من مرجع لآخر ولكن ما اتفق عليه ما يلي :



شكل (١) طبقات الغلاف الجوى

(١) طبقة التروبوسفير Troposphere

وتسمى أيضا الطبقة اللصيقة ، ويبلـغ سمكهـا حـوالي ١٠ كيلـو مـتراً عنـد القطبين ١٢كيلو متراً عند خط الاستواء .

وتتميز هذه الطبقة بعدة صفات منها :

- انها تحتوى على ٨٠٪ من كمية الغازات المكونة للغلاف الجوي .
- تضم أهم الغازات اللازمة للحيـاة مثـل الأكسـجين وثـاني أكسـيد الكربـون وبخار الماء .. الخ .
- تحدث فيها معظم الظواهر الجوية مثل السحب والأمطار والرياح .. الخ .
- تقل درجة الحرارة فيها بمعدل ثابت كلما ارتفعنا إلى أعلـى (درجـة سيليزية واحدة كلما ارتفعنا ١٥٠متر) لتصل درجـة الحـرارة في نهايـة الطبقـة إلى حوالي ٥٥°س تحت الصفر كما يتضح من الشكل (٢) .

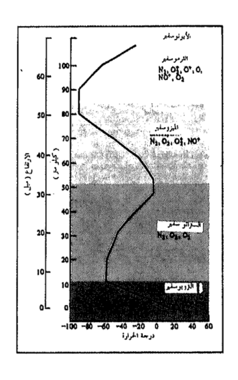
(٢) طبقة الستراتوسفير Stratosphere

يسـميها البعـض بطبقـة الأوزونوسـفير Ozonosphere لأنهـا غنيـــة بغـــاز الأوزون ويبلغ سمكها حـــوالي ٥٠ كيلو مـــترا . وفيهـــا تظل درجة الحرارة ثابتـة فى العشـــرة كيلو مـــترات الأولـى (-٥٥°س) ثم ترتفـع درجـة الحـرارة تدريجيـا لتصل في نهاية الطبقة إلى حـوالي (١٠°س) ، وذلـك لوجـود غـاز الأوزون الـذي

يمتص الأشعة الحرارية ويعكس معظم الأشعة فوق البنفسجية ، وتتميز طبقة الستراتوسفير بخلوها من العواصف مما يجعلها منطقة ملائمة للطيران .

(٣) طبقة الميزوسفير Mesosphere

وهى الطبقة التى تقي الأرض من مخاطر الشهب والنيازك حيث تحترق فيها هذه الشهب متحوله إلى رماد . ويبلغ سمكها حوالي ٣٠ كيلو مترا ، وتقل درجة الحرارة فيها لتصل في نهايتها إلى ٩٠°س تحت الصفر ، كما تصل كثافة الهواء إلى أقل من جزء من ألف من كثافة الهواء عند سطح الأرض .



شكل (٢) اختلاف الحرارة والضغط بطبقات الغلاف الجوي

(٤) طبقة الثرموسفير Thermosphere

يطلق عليها البعض طبقة الأيونوسفير Ionosphere وتمتد إلى ارتفاع حوالي ٤٥٠ كيلو مترا عن مستوى سطح البحر . ترتفع درجة الحرارة في هذه الطبقة لتصل إلى حوالي ٦٠٠°س ، ولذلك فهي تحتوي على بحر من الأيونات الموجبة والسالبة (تتأين جزيئاتها فتفقد الذرات إلكتروناتها الحرة) وهذا يفيدنا كثيرا لأن لهذه الخاصية دورا مهما في انعكاس الموجات اللاسلكية والتليفزيونية وردها إلى سطح الأرض مرة أخرى ، ولهذا فلها الفضل فى انتقال الإذاعات إلى جميع أرجاء العالم . وتتميز هذه الطبقة أيضا بوجود بعض الظواهر الجوية مثل الوهج القطبي أو الأورورا Aurora* وتسمى أيضا الشفق القطبي وتظهر غالبا في المناطق القريبة من القطب الشمالي وأحيانا فى القطب الجنوبي وهي تظهر نتيجة وجود تفريغ كهربائي خلال هذه الطبقة ذات الضغط المنخفض مما يجعل جزيئات الهواء متأينة ومهيأه لحدوث التفريغ على هيئة مناطق مضيئة تشبه الإضاءة التي تحدث فى لمبات الفلورسنت إذ تظهر على صور متعددة منها حلقات مضيئة بيضاء وأحيانا برتقالية أو خضراء .

(٥) طبقة الاكسوسفير Exosphere

تبدأ من ارتفاع ٦٠٠ كيلو متر تقريبا عن مستوى سطح البحر وتمتد حتى

---

* أعماق الكون ، مكتبة الفلاح ، الكويت ١٩٧٧ – مهندس سعد شعبان .

نهاية الغلاف الجوي . ونلاحظ في هذه الطبقة إرتفاع درجة الحرارة حيث تصل إلى أكثر من ١٠٠٠°س ، كما نلاحظ إنخفاض الكثافة الجوية حتى تتلاشى . ولا يظهر النهار في هذه الطبقة كما لا يسمع فيها الصوت ، فهي ظلام دائم وهادئة ولذلك فعند صعود رواد الفضاء ومرورهم بهذه الطبقة يشعرون بالرهبة لظهور الظلام التام ، فلا يرون ضوءاً ولا يسمعون صوتاً .

وللغلاف الجوي العديد من الفوائد منها * :

- إمداد الكائنات الحية بغاز الأكسجين اللازم لحياتها .
- إمداد النباتات بغاز ثاني أكسيد الكربون ، لصنع الغذاء لنفسه فى عملية البناء الضوئي وبالتالي للإنسان والحيوان .
- حماية الكائنات الحية على سطح الأرض من التركيزات العالية للإشعاعات الواصلة من الشمس وخاصة الأشعة فوق البنفسجية .
- يعمل الغلاف الجوي على حماية الكائنات الحية من درجات الحرارة المرتفعة جداً نهاراً ، والمنخفضة جداً ليلاً ، للدرجة التي تتحملها الكائنات الحية .
- حمل وتوزيع بخار الماء على أجزاء الكرة الأرضية .
- للغلاف الجوي الدور الرئيسي في حرق الشهب والنيازك التي تدخل من الفضاء الخارجي باتجاه الأرض فتحترق بسبب احتكاكها بالهواء .

---

* ملوثات الهواء الجوي - جمعية حماية البيئة الكويتية ١٩٨٩ - المؤلفان .

- حدوث الكثير من الظواهر المرتبطة بالغلاف الجوي مثل تكون السحب وحدوث البرق والرعد وانتقال الصوت .. الخ .

- الغلاف الجوي شفاف يسمح بمرور الضوء من الشمس ، ولوجود الجسيمات الدقيقة يتشتت الضوء فنتمكن من رؤية الأشياء حولنا . فالغبار العالق في الهواء قد يوجد بصورة مرئية للعين (الغبار) أما الجسيمات الصلبة الدقيقة التى لا ترى بالعين المجردة ، فوجودها بالغلاف الجوي مهم لتوزيع الضوء على سطح الأرض ، كذلك تعمل كأنوية يتكاثف عليها بخار الماء مكونة السحب التي تسقط أمطارا فيما بعد . وهذه الجسيمات تنشأ من مصادر طبيعية مثل الرماد المتكون نتيجة احتراق الشهب أو من ملح الطعام المنطلق من البحار والمحيطات أو الغبار الذي يخرج مع مقذوفات البراكين الثائرة ، وحبوب لقاح النباتات الزهرية .

- لولا الغلاف الجوي لانعدم ظهور الشفق قبل الشروق وبعد الغروب ، وكان تبدل الليل إلى نهار أو العكس سيحدث فجأة .

- كانت الأرض ستصبح معرضة للكثير من الإشعاعات الكونية المميته ولاختفت الحياة من على سطحها .

وهناك الكثير من الغازات والشوائب التي تنطلق للهواء نتيجة عمليات الاحتراق سواء بالمصانع أو محطات القوى أو عوادم السيارات وغيرها . وأهم هذه الغازات هي غازات ثاني أكسيد الكربون ، وثانى أكسيد الكبريت ، أكاسيد

النيتروجين ، أول أكسيد الكربون . كما ينطلق أيضا الكثير من المعادن الثقيلة مثل الرصاص والكادميوم والفاناديوم ... الخ .

" دورة العناصر الرئيسية للهواء في الطبيعة "

هناك العديد من دورات العناصر في الطبيعة ، ولكن أكثرها أهمية هي دورات عناصر الأكسجين والنيتروجين والكربون ، ولو لم يحدث خلل فى هذه الدورات نتيجة نشاطات الإنسان اللاواعية لما كان هناك أي أختلال للاتزان البيئي .

فإذا ما تخيلنا الإنسان وقد عاد إلى رشده ، وحافظ على بيئته ، ولم يغير بنشاطاته النسب الطبيعية لمكونات الهواء الجوي التي أوجدها الله وفق هذه الدورات المنظمة والمقننة ، لحفظ للهواء ثبات نسب مكوناته ، وللحياة وجودها .

(١) دورة الأكسجين في الطبيعة Oxygen Cycle

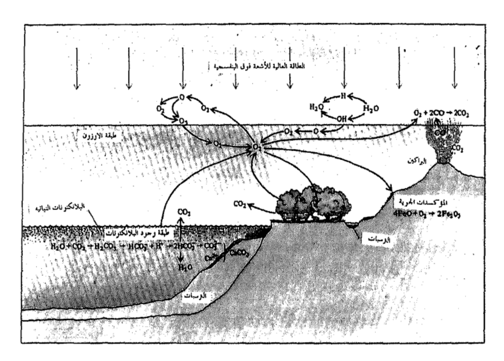
يعتبر الأكسجين أكثر العناصر انتشارا فى الطبيعة ، فالهواء الجوي يحتوي على ٢٠,٩٤٪ من حجمه أكسجينا ، والماء يحتوى على ٨٨,٨٪ من وزنه أكسجينا ، وتبلغ نسبة هذا الغاز عموما في الطبيعة ٥٠٪ من مجموع نسب بقية العناصر . أي أن نسبته تعادل نسبة وجود جميع العناصر الأخرى .

ويتواجد الأكسجين فى النباتات والحيوانات متحدا مع النيتروجين والهيدروجين والكربون ، ورغم أنه يستهلك في عمليات التنفس والاحتراق إلا أنه

ينطلق أثناء عملية البناء الضوئي التي تقوم بها النباتات ، والتي لولا هـذه العمليـة لما كانت هناك حياة على سطح الأرض .

فالحياة لا تستمر بدون أكسجين ، والأحياء البرية تحصـل عليه مـن الهـواء الجوي ، ومعظـم الأحيـاء المائيـة تحصـل عليـه مـن الهـواء المذاب في المـاء . ورغـم استخدامات الأكسجين العديدة إلا أنه لا ينضب .

أننا نعلم أن عملية البناء الضوئي هي العملية الطبيعية التي توفر لكل الأحياء موردا متجددا من الغذاء تبني منه أجسامها وتحصل منه على الطاقـة اللازمـة للقيـام بنشاطاتها .



شكل (٣) دورة الأكسجين فى الهواء

فى هذه العملية يتفاعل الماء الذي يحصل عليه النبات من التربة ، مع ثاني أكسيد الكربون الموجود في الجو أو الذائب في الماء (بالنسبة للنباتات المائية) وفي وجود الطاقة الضوئية الممتصة بواسطة صبغة الكلوروفيل الخضراء (اليخضور) ، ويتكون من ذلك الغذاء ، ومع الغذاء ينتج الأكسجين الذي ينطلق إلى الهواء الجوي أو إلى الماء في حالة النباتات المائية .

أما في عملية التنفس – فيدخل الأكسجين بالطريقة المناسبة لأجسام الكائنات الحية (عن طريق الجهاز التنفسي في الإنسان والحيوان وعن طريق الثغور في النبات .. الخ) حيث يتأكسد الغذاء وتنطلق الطاقة التي تستخدمها هذه الكائنات في أنشطتها المختلفة ، كما ينتج أيضا الماء وثاني أكسيد الكربون .

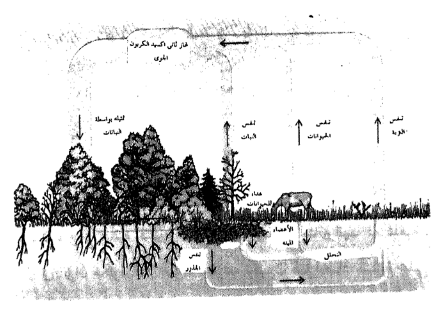
نرى من ذلك أن التنفس والبناء الضوئي عمليتان متضادتان تسهمان بشكل بارز في ثبات واتزان الهواء . ولولا هذا التضاد لنفذ كل من غازي الأكسجين وثاني أكسيد الكربون من الجو ، أى أن النباتات تسهم مساهمة فعالة في امتصاص جزء كبير من ثاني أكسيد الكربون المنطلق في الهواء ، ولولا هذه النباتات لحدث خلل في الاتزان البيئي .

ولذلك ينصح دائما بالمحافظة على الغطاء النباتي للأرض حتى لا يغتال بالتقدم الصناعي .

(٢) دورة الكربون في الطبيعة Carbon Cycle

علمنا أن عملية البناء الضوئـي هـي الأسـاس في دورة الأكسـجين ، وهـي الأساس أيضا في دورة الكربون بالطبيعة حيث يتم بواسطتها تثبيت غاز ثاني أكسيد الكربون في أجسام النباتات سواء البرية منها أم المائية . وعلى العكـس يتحـرر غـاز ثاني أكسيد الكربون أثناء عملية التنفس التي تعتبر عكس عملية البناء الضوئي .

وهناك أيضا عمليات تحلل المواد العضوية والأجسام الميتة التي تعتبر مصـدرا آخر لغاز ثاني أكسيد الكربون . والكربون الذي يدور في دورة من خلال عمليات البناء الضوئي والتنفس والتحلل لا يمثـل سـوي قدرضئيـل جـدا مـن مجمـوع كميـة الكربون الموجود في الأرض .



شكل (٤) دورة ثاني أكسيد الكربون فى الطبيعة

فهناك كميات هائلة من الكربون مخزنة في باطن الأرض على هيئة فحم ونفط وغاز طبيعي (الوقود الأحفوري) ، كذلك فإن صخور القشرة الأرضية تحوي الكثير من المركبات التي يدخل الكربون في تركيبها ، هذا عدا ما تحويه البحار والمحيطات من كميات هائلة من غاز ثاني أكسيد الكربون تتبادل منه سنويا مع الجو ما مقداره ١٠٠ بليون طن .

ودورة الكربون – ككل دورات العناصر في الغلاف الجوي – لا تنجو من تدخل الإنسان ، فعمليات الاحتراق التي تتم في المصانع الضخمة والآليات المختلفة تطلق إلى الغلاف الجوي كميات هائلة من الكربون وأكاسيده فأصبحت تؤثر في الاتزان الطبيعي لمكونات الهواء الغازية ، ويتضح ذلك من الأرقام التي تبين تغير نسبة ثاني أكسيد الكربون في الهواء الجوي نتيجة للنشاطات البشرية وخاصة الصناعية منها والتي تضاعفت ٥٠ مرة خلال إلـ ٤٠ سنة الماضية فقط .

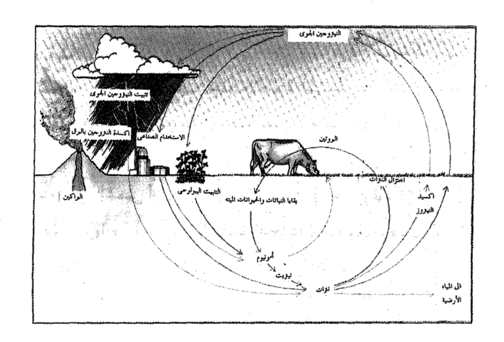
ففى سنة ١٨٦٠م كانت النسبة الحجمية لغاز ثاني أكسيد الكربون في الهواء الجوي حوالي ٢٩٠ جزء في المليون ، وقد زادت نسبته وتركيزه فى الجو بمعدل ٢٠٪ نتيجة عصر التصنيع والتقدم التكنولوجي ليصل الآن إلى حوالي ٣٥٥ جزء في المليون ، ويتوقع أن تصل هذه النسبة في عام ٢٠٠٠م إلى أكثر من ٣٧٥ جزء في المليون ، وهي نسبة كبيرة لا يستهان بها ولا بتاثيراتها المختلفة ... وفي ذلك إخلال في اتزان مكونات الهواء سوف تكون لها أبعاد سلبية على طبيعة الظروف الملائمة للحياة في الغلاف الحيوي .

ولذا كان على الإنسان أن يخفض من ضخة للكربون وأكاسيده في الغلاف الهوائي . ولعل محطات توليد القوي هي إحدى أهم الطرق الـتي يمكـن بهـا خفـض هذه الانبعاثات . كذلك تحسين كفاءة الأجهزة التي تستخدم الكهرباء في عملهـا ، لأن ٦٤٪ من الكهربـاء المنتجـة في العـالم يسـتخدم الوقـود الأحفـوري لإنتاجهـا . الطريقة الأخرى هي تطوير مصادر الطاقة بحيث تعتمد على مصادر الطاقة المتجـددة التي تستمد من الشمس أو حرارة باطن الأرض لتحل محل الوقود الأحفوري . وقـد أمكن تطوير الرياح كأحد مصادر الطاقة المتجددة ، فبحلول منتصف القـرن القـادم يمكن لطاقة الرياح أن تمدنا بما يزيد عن ١٠٪ من كهرباء العالم .

(٣) دورة النيتروجين فى الطبيعة Nitrogen Cycle

النيتروجين عنصر رئيسي وأساسي في بناء المادة الحية بالخلايا ، فهو يدخـل فـي تركيب البروتينات وهي المواد التي تبنى منهـا الأحيـاء خلاياهـا وتجـدد التـالف منهـا .

وعلى الرغم من وفرة النيتروجين كغاز في الجو (تبلغ نسـبته حـوالي ٧٨٪ من حجم الهـواء الجـوي) إلا أن غالبيـة الكائنـات الحيـة لا يمكنهـا الاستفادة منـه مباشرة .



شكل (٥) دورة النيتروجين فى الطبيعة

ودورة النيتروجين في الطبيعة معقدة أكثر من دورتي عنصري الأكسجين والكربون وذلك لأنها متعددة المركبات الوسطية ، ويوجد بها عدة مسارات منها مساران رئيسيان ، **الأول** يتمثل في قدرة بعض الكائنات الدقيقة على تثبيت النيتروجين الجوي فى التربة على صورة أملاح نيتروجينية تذوب في الماء ، ويمكن للنباتات أن تمتصها وتصنع منها المواد البروتينية التي يستفيد منها الإنسان والحيوان عند التغذي عليها .

أما المسار **الثاني** فيتمثل في التفاعل الذي يحدثه البرق بين النيتروجين والأكسجين الجوي مما ينتج عنه تكون أكاسيد نيتروجينية تذوب فى مياه الأمطار

وتتفاعل في التربة مع الأملاح الموجودة بها مكونة أملاحا نيتروجينية قابلة للذوبان في الماء ، فيمكن للنباتات أن تمتصها وتستفيد منها .

وهذان المساران يحدثان بشكل طبيعي ، وقد إستطاع الإنسان أن يقوم بالاستفادة من النيتروجين الجوي واستخدمه في تصنيع الأسمدة التي تعتبر ذات أهمية كبيرة لخصوبة الأراضي الزراعية .

وحتى تبقى نسبة النيتروجين في الهواء ثابتة تقريبا فلا بد من مصادر لإنتاجه ، وعمليات تحلل المواد العضوية والأجسام الميتة بواسطة بعض أنواع البكتيريا تشكل المصدر الرئيسي للنيتروجين المنطلق إلى الغلاف الجوي .

وعليه فإن دورة النيتروجين في الغلاف الحيوي تبدأ من الهواء ثم إلى التربة أو الماء ثم إلى النبات ومنه إلى الحيوان والإنسان فالتربة ثم يعود إلى الهواء مرة أخرى ... وهكذا .

الفصل الخامس

ملوثـــات الهــواء الجـوي

يعتبر تلوث الهواء من أخطر أنواع التلوث وذلك للأسباب التي ذكرناهـا ، والتي من أهمها أن الإنسان لا يستغني عن الهواء إلا لدقائق معدودات ، كذلك فإنه يحتاج إلى كميات كبيرة منه . ويعاني الإنسـان الكثير مـن الأمـراض نتيجـة الهـواء الملوث خاصة أولئك الذين يعيشون في المدن المزدحمة أو قريبا من المناطق الصناعية

ويحدث تلـوث الهـواء عندمـا تزيـد أو تنقـص نسـبة مكـون مـن مكونـات الغلاف الجوي زيادة ملحوظة أو نقصان عن حد معين ، وذلك لأن هذه الزيادة أو النقص يؤدي إلى تأثيرات ضارة على الكائنات الحية عموما والإنسان بصفة خاصـة ويعتبر تلوث الهواء مسئولا أيضا عن تلف الكثير من المحاصيل والإنشاءات والمبانى ، وبعض المصنوعات والأصباغ .

ومن أهم مصادر ملوثات الهواء الجوي :

(١) المصانع ومحطات القوى الكهربائية

(٢) السيارات ووسائل النقل

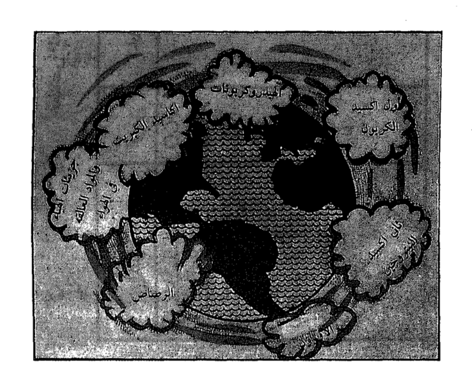
(٣) محارق النفايات ومقالب القمامة .

ومنذ القدم لم يسلم الهواء من التلوث بدخول مواد غريبة عليه كالغازات والأبخرة التي تتصاعد من مصادر طبيعية كالبراكين الثائرة أو الرياح المحملة بالغبار أو حرائق الغابات ، إلا أن الطبيعة قادرة على إعادة الاتزان إلى الهواء مرة أخرى لأنها تعمل على تنظيف نفسها ذاتيا ، ولكن مع عصر الصناعة والتطور التكنولوجي وانتشار الميكنة زادت الملوثات الغازية المنطلقة إلى الهواء الجوي ، وزادت كميات الغازات الملوثه المنبعثة من المصانع ، كما زادت كميات الوقود الذي يستخدم للتدفئة في المنازل والذي ينطلق منه ملايين الأطنان من المخلفات إلى الغلاف الجوي سنويا علاوة على احتراق النفايات والقمامة .

ملوثات الهواء الجوي كثيرة منها الغازات مثل أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت وكبريتيد الهيدروجين ، وأكاسيد النيتروجين ، والأبخره مثل الهيدروكربونات كذلك الملوثات الصلبة التى تعلق في الغلاف الجوي مثل الغبار وحبوب اللقاح وأتربة الأسمنت وبعض المبيدات الحشرية وتلك الجسيمات التي تنبعث مع عوادم السيارات . هناك أيضا الملوثات الإشعاعية والتي سنتناولها في فصل قادم .

وتنحصر أهم ملوثات الهواء الجوي في :

(١) أكاسيد الكربون (أول وثاني أكسيد الكربون) .
(٢) أكاسيد النيتروجين .
(٣) أكاسيد الكبريت .
(٤) الهيدروكربونات .
(٥) الأوزون .
(٦) الجسيمات العالقة .



شكل (٦) أهم ملوثات الهواء الجوي

*** ثاني أكسيد الكربون Carbon Dioxide**

ثاني أكسيد الكربون غاز شفاف عديم اللون والرائحة ، يذوب بوفرة في الماء وهو أثقل من الهواء لا يشتعل ولا يساعد على الإشتعال – لذلك يستخدم في إطفاء الحرائق – وهو غاز خانق إذا وصلت نسبته في الهواء الجوي إلى ١٦٪ ، ولكنه في الظروف الطبيعية لا يعتبر من ملوثات الهواء الجوي ، فهو يمثل حوالي

٠,٠٣٪ من حجم الهواء الجوي في الظروف الطبيعية . من المعروف أن وجود هـذا الغاز في غاية الأهمية للحياة حيث يتـم تمثيلـه إلى مـواد عضويـة تختزن في النباتـات والتي تعتمد عليها الحيوانات كمصدر للغذاء .

وقد كانت نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون في الهـواء الجـوي حـوالي ٢٦٠ جزء في المليون في نهاية القرن الثامن عشر ثم ارتفعت هذه النسبة إلى ٢٩٠ جزء في المليون في الثلاثينات من هذا القرن ثم بلغت ٣١٥ جزء في المليون فى عام ١٩٥٨م (وجد أن نسـبة الغـاز لم تـزد كثيرا فـى المـدة مـن ١٩١٤ - ١٩٤٥ وهـي فـترة الكساد الاقتصادي فى الدول الصناعيـة* ثـم زادت إلى ٣٤٥ جـزء في المليـون عـام ١٩٨٤ إلا أن النسبة تصل الآن إلى ٣٥٥ جزء في المليون) . وتوجد زيـادة سنوية في تركيز هذا الغاز في الغلاف الجوي تقدر بـ ٠,٧ جزء في المليون . ولا تظل نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون ثابتة طوال فصـول العـام ، بـل تتغـير مـن فصـل لآخـر ، فتزداد نسبته في فصل الشتاء عندما يقل معـدل عمليـة البنـاء الضوئـي لأقـل قيمـة ، وتقل نسبة الغاز إلى حد مـا في فصـل الربيـع حيـث تنشـط عمليـات نمـو النباتـات فيستهلك ثاني أكسيد الكربون وبالتـالي تزيـد كميـة غـاز الأكسـجين المنطلقـة إلى الجـو . كذلك نجد أن نسبة غاز ثـاني أكسـيد الكربـون تقـل في الهـواء في النصـف الثاني من النهار حيث تكون عملية البناء الضوئي في قمتها .

---

* D.D.Jones et al., Nature, 322,430 1986

والجدول التالي يبين مصادر أهم الملوثات التي تنطلق للغلاف الجوي .

الملوث	وسائل النقل	وسائل ثابتة للاحتراق	عمليات صناعية	متنوعات
أول أكسيد الكربون	المركبات التي تسير محركاتها بالبنزين	الغلايات التجارية	عمليات الاحتراق غير الكاملة	مواقد الفحم – حرائق المنازل حرائق الغابات
المواد العالقة في الهواء	الطائرات – تآكل اطارات السيارات – احتراق البنزين – سيارات الديزل – السفن التجارية	محطات القوى – الغلايات البخارية	الصناعات اليدوية – قطع الصخور محاجر الرمل والحصى – التعدين – صناعة الأسمنت	حرائق المنازل – الغابات – حرائق المزروعات – ذرات الرمال
الهيدروكربونات	المركبات التي تسير بالبنزين كوقود – محطات توزيع البنزين	احتراق الوقود الحفري – محطات القوى – المراجل البخارية	مصافي النفط – صناعة الكيماويات محطات التشحيم	انتاج الغاز والزيت – التنظيف الجاف
أكاسيد النيتروجين	السيارات التي تستخدم البنزين والديزل كوقود	محطات القوي التي تستخدم الوقود الحفري – الغلايات البخارية	صناعة المتفجرات – صناعة وقود الصواريخ وصناعة حمض النيتريك	حرائق الغابات – حرائق الحشائش والأعشاب
أكاسيد الكبريت	المواد المضافة لبنزين وديزل السيارات	محطات القوى والغلايات البخارية	مصافي النفط – صهر المعادن – مواقد الفحم – مصانع حمض الكبريتيك – مصانع لب الورق	احتراق الفحم في محارق النفايات
الرصاص	الوقود المحتوى على الرصاص	احتراق بقايا زيوت التشحيم المحتوية على الرصاص	صهر المعادن – صناعة المضافات للبنزين – تشكيل الرصاص – صناعة الزجاج الرصاص	تآكل الدهانات

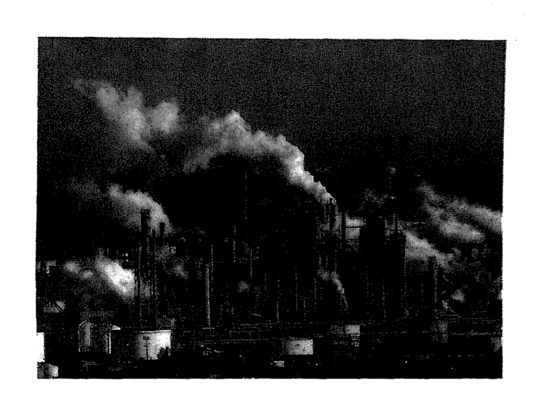
مما سبق نستنتج أنه كلما زادت النباتات تزيد عملية البناء الضوئي وبالتالي تقل نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو ومن هنا تأتي أهمية تشجيع الزراعة والتشجير .

وتزداد كمية ثاني أكسيد الكربون المنطلقة إلى الغلاف الجوي مع زيادة استخدام الوقود الأحفوري (الخشب - الفحم - البترول والغاز الطبيعي) وهذه الزيادة خطرة جداً على الحياة في الأرض نظرا لما تسببه من ظهور مشاكل بيئية مثل تأثير ظاهرة الدفيئة (البيوت الزجاجية) Green House Effect والذي سوف نتناولها بعد ذلك بشيء من التفصيل ، وقد وجد أن الهواء يتخلص من كمية كبيرة من هذا الغاز عن طريق ذوبانه في مياه البحار والمحيطات . وزيادة نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون في الهواء الجوي ترجع إلى :

(١) التوسع فى عمليات احتراق الوقود الأحفوري كمصدر للطاقة في المصانع والسيارات والآلات .

(٢) إزالة أشجار الغابات بطريقة لا واعية بهدف إستغلال أخشابها أو استخدام أراضيها في الزارعة التقليدية .

(٣) إنتشار ظاهرة التصحر التي تؤدي إلى انحسار الرقعة الخضراء شيئا فشيئا ، والتى تتولى نباتاتها إمتصاص قدر كبير من غاز ثاني أكسيد الكربون من الجو خلال عملية البناء الضوئى . وهي العملية التي يتم عن طريقها تكوين الغذاء من جهة ، وتنقية الهواء من الكميات الزائدة من غاز ثاني أكسيد الكربون من جهة أخرى .



شكل (٧) انطلاق الملوثات من مداخن المصانع

ويقدر ما تستهلكه النباتات سنويا من هذا الغاز بحوالي ٢٠٠ ألف مليون طن ، في حين تطلق حوالي ٤٠٠ ألف مليون طن من الأكسجين . وقد ثبت أن الطحالب البحرية والغابات تنتج ٩٠٪ من هذه الكمية المنطلقة من غاز الأكسجين .

يتدخل الإنسان في الإخلال بالاتزان البيئي بشكل واسع حيث توضح الإحصائيات أنه يضيف كل عام في المتوسط نحو ٢٠ مليار طن من غاز ثاني

أكسيد الكربون . ولنأخذ مثلا الدراسة التى قامت بها الأكاديمية الأمريكية للعلوم* ، فقد حددت الدراسة أن أكبر الدول المسئولة عن إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون إلى الغلاف الجوي هي الولايات المتحدة الأمريكية التى تتسبب في إضافة ٤٨٠٤ مليون طن سنويا ودول الإتحاد السوفيتي السابق ٣٩٨٢ مليون طن والصين ٢٢٣٦ مليون طن ، واليابان ٩٨٩ مليون طن وألمانيا الغربية ٦٢٠ مليون طن والهند ٦٠١ مليون طن .

ويعتقد العلماء أنه إذا استمر حرق الوقود وإزالة الغابات بالمعدل الموجود حاليا فإن نسبة غاز ثانى أكسيد الكربون في الغلاف الهوائي ستتضاعف تقريبا بحلول عام ٢٠٥٠م والتى سوف تؤدي بالتالي إلى رفع درجة حرارة جو الأرض ما بين ١,٥ - ٤°س (يرى بعض العلماء أن هناك غازات أخرى مسئولة عن ظاهرة الدفيئة بالاضافة إلى زيادة نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون) .

*** أول أكسيد الكربون Carbon monoxide**

غاز عديم اللون والرائحة وينتج عن الأكسدة غير الكاملة للكربون خاصة بوقود السيارات . ويكاد أن يكون هذا الغاز هو الملوث الوحيد الذي ينفرد الإنسان بصنعه ، فلم يثبت حتى الآن أنه ينطلق من أي مصدر طبيعي ، فالمصدر الرئيسي له هو عادم السيارات ، كما أنه ينطلق مع دخان السجائر عند تدخينها ،

---

* مجلة السياسة الدولية ، قضايا البيئة والنظام العالمى الجديد - القاهرة ١٩٩٢م د. عصام الدين جلال .

ولذلك فإن نسبته تزيد فى دم المدخنين السلبيين (الذين لا يدخنون ولكن يتواجدون في جو من دخان السجائر) . وينتج غاز أول أكسيد الكربون أيضا من مواقد الفحم ، ولذا يجب إستخدام هذه المواقد في جو مجدد الهواء باستمرار حتى لا يتسبب هذا الغاز في تسمم ووفاة الموجودين بالمكان .

ورغم نسبة الغاز القليلة جداً في الغلاف الهوائي إلى أنه غاز شديد السمية ، وترجع سميته إلى أنه يتحد مع هيموجلوبين الدم مكونا مركب كربوكسي هيموجلوبين الذي يمنع الأكسجين من الوصول إلى الدم رغم وجوده ، وبالتالي لا يصل إلى خلايا الجسم . وغاز أول أكسيد الكربون ينجذب للهيموجلوبين بدرجة أكبر من إنجذاب غاز الأكسجين بأكثر من ٢٥٠ مرة ، كما يتدخل أيضا في عمل بعض الإنزيمات فيقلل من كفاءتها .

ويعتبر تركيز ١٠٠ جزء في المليون أعلى حد محتمل للإنسان ، وبعدها تبدأ أعراض التسمم في الظهور كالصداع والغثيان والدوار . أما إستنشاق هواء يحتوي على ١٠٠٠ جزء في المليون من الغاز (أول أكسيد الكربون) فيؤدي إلى الوفاة حيث ترجع خطورة هذا الغاز لعدم الإحساس به لأنه عديم الرائحة واللون .

وقد ثبت علميا أن فعالية أول أكسيد الكربون كمادة سامة ملوثة للبيئة تزداد مع ارتباط تواجده مع غازات أخرى مثل كبريتيد الهيدروجين وثاني أكسيد النيتروجين . وتشتد خطورة غاز أول أكسيد الكربون في الأماكن الضيقة والقليلة

التهوية والمنافذ كالأنفاق والمناجم وأماكن إصلاح السيارات ، وتعد عوادم السيارات أكبر مصدر لهذا الغاز حيث تصل نسبته فى الشوارع المكتظة بالمركبات وقت الذروة في مدينة كالقاهرة مثلا إلى ٤٠٠ جزء في المليون . وقد وجد أنه ينطلق سنويا حوالي ١٥٠٠ كيلو جراما من هذا الغاز مع عادم سيارة متوسطة الحجم وهو رقم كبير جداً إذا روعي العدد الهائل من السيارات فى أي مدينة وخاصة إذا كانت مزدحمة ، لذلك فإن أكثر الناس تعرضا للغاز هم رجال المرور وراكبو السيارات في هذه الأوقات حيث يشعرون عادة بالصداع والغثيان وزوغان البصر وارتخاء في العضلات .

ويمكن لغاز أول أكسيد الكربون أن يتكون نتيجة التفاعلات الكيموضوئية للهيدروكربونات في الأجواء الملوثة ، ومن نعم الله علينا أن تتم أكسدته إلى غاز ثاني أكسيد الكربون بفعل بعض العوامل الطبيعية مثل أنواع معينه من البكتيريا التى تعيش في التربة ، وكذلك يتم تأكسد الغاز بواسطة أشعة الشمس بمعدل ١٪ فى الساعة ولولا ذلك لزادت نسبته إلى حد الخطورة .

ولغاز أول أكسيد الكربون آثار تراكمية في الدم حيث إن ما يتحد منه مع الهيموجلوبين يظل بصفة دائمة (التسمم المزمن) ونلاحظ ذلك في الأشخاص المدخنين وخاصة المفرطين منهم فيسبب لهم الضعف العام والصداع . وأول أكسيد الكربون يرسب النيكوتين بالشرايين فيترسب عليها الكوليسترول مسببا ضيق وإنسداد هذه الشرايين ، واضطرابات في القلب خاصة لكبار السن *

ويبين جدول (٣) تأثير أول أكسيد الكربون على الصحة العامة .

تركيز أول أكسيد الكربون (جزء في المليون)	الأثر
أكثر من ١٠٠جزء في المليون لمدة ١٠دقائق	ضغوط فسيولوجية على المرضى بأمراض القلب .
١٠٠ جزء في المليون لفترات متقطعة	خلل في الأداء عند اجراء الاختبارات النفس حركية
٥٠ جزء في المليون لمدة ٩٠ دقيقة	خلل في الأداء وفي التمييز لدى غير المدخنين .
٣٠ جزء في المليون لفترة تصل إلى ١٢ ساعة	ارتفاع مستوى الكربون في هيموجلوبين الدم - وتدني كفاءة الدم في نقل الأكسجين .

جدول (٣) تأثير غاز أول أكسيد الكربون على صحة الإنسان

ويلاحظ أن تأثير غاز أول أكسيد الكربون على الإنسان يتوقف على فترة التعرض للغاز ، وتركيزه . ففي الحالة الطبيعية تحمل الخلايا الأكسجين أو غاز ثاني أكسيد الكربون أما في وجود غاز أول أكسيد الكربون فإن هذه الخلايا تحمله بدلا من الأكسجين فتقلل من كفاءة الخلايا في تزويد الجسم بالأكسجين لذلك تسبب التسمم بأول أكسيد الكربون الأنيميا (فقر الدم) كما يتأثر المواليد الجدد والأجنة بغاز أول أكسيد الكربون ، ففي المدن التي ترتفع فيها نسبة هذا الغاز تخرج المواليد

بمعدلات أوزان متدنية كما ترتفع فيها نسبة الوفيات ، ولذلك تنصح المرأة الحامل بعدم التدخين أو التعرض لدخان السجائر لتأثيره الضار عليها وعلى الجنين .

*** ثاني أكسيد الكبريت Sulphar Dioxide**

يوجد الكبريت كمادة ملوثة للهواء الجوي على هيئة عدة مركبات منها غازي ثاني أكسيد الكبريت ، كبريتيد الهيدروجين ، وحمض الكبريتيك ، وأملاح الكبريتات ، ولكن أشدها تأثيرا هو غاز ثاني أكسيد الكبريت الذي ينتج من حرق الوقود الأحفوري الذي يحتوي بعضه على الكبريت بنسب مختلفة ، ولذا فهو يمثل أحد مكونات عادم السيارات ، وأدخنة محطات توليد القوي ، وهو غاز عديم اللون وذو رائحة نفاذه يذوب بوفرة في الماء .

ويرى العلماء أن ٨٠٪ من هذا الغاز هو أصلا نتيجة تأكسد غاز كبريتيد الهيدروجين متحولا إلى ثاني أكسيد الكبريت . وينتشر الغاز في الجو المحيط بمعامل تكرير النفط ، كما يتفاعل مع أكسجين الهواء وبخار الماء الموجود بالهواء الجوي ليعطي حمض الكبريتيك .

$$2SO_2 + O_2 \longrightarrow 2SO_3$$

$$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$$

ولذلك فالغاز يعتبر أحد العناصر الرئيسية التي تسبب الضباب الحمضي والمطر الحمضى وسوف نتحدث عنهما لاحقا . ولخطورة هذا الغاز على حياة الكائنات الحية وآثاره الضاره على مختلف مكونات البيئة فقد أصدرت الكثير من الدول تشريعات تحدد فيها نسبة الكبريت المسموح بها في مختلف أنواع الوقود ، وذلك لتخفيض نسبة هذا الغاز الذي يتصاعد إلى الغلاف الهوائي .

ومن مصادر هذا الغاز البراكين (مثال ذلك بركان إتنا Etna بإيطاليا الذي يطلق على القارة الأوربية ما يعادل ٢ مليون طن من حمض الكبريتيك سنويا) والطائرات الأسرع من الصوت حيث ينطلق الغاز مسببا تدمير طبقة الأوزون .

ثاني أكسيد الكبريت يهيج الأغشية المخاطية المبطنة للفم والجهاز التنفسي ويسبب السعال والربو (الحساسية) ويؤدي إلى حدوث أمراض كثيرة للرئتين ، وتتمثل أعراض التسمم بهذا الغاز في انتفاخ الرئة وبطء عمل الأهداف المبطنة للقصبات الهوائية وضيق التنفس والزكام المزمن وتهيج الجلد والعيون ، وهي أمراض لها صفة الديمومة ومن الصعب علاجها .

وتبدأ أعراض التسمم بغاز ثاني أكسيد الكبريت بالظهور عندما يكون تركيزه من ١-٥ جزء في المليون ن ويزداد الأثر الضار للغاز عندما يخلط مع الايروسولات ، ويعتقد العلماء بأن سبب الكوارث الكبرى التي حدثت في الكثير من مدن العالم يرجع لهذا الخلط بين الغاز والأيروسولات .

وثاني أكسيد الكبريت له أيضا آثار ضاره على النبات والحيوان ، ويسبب تآكل الأحجار والآثار والمعادن والطلاء ويتلف بعض المنسوجات المصنوعة من الخيوط الصناعية كالنايلون . وبالنسبة لتأثيره الضار على الأشجار والنباتات فيكون الغاز أكثر خطورة إذا وصل تركيزه إلى ٠,٠٢ جزء في المليون حيث يتأكسد الغاز بعد دخوله الأوراق من خلال الثغور متحولا إلى كبريتات ، وقد إنقرضت الكثير من النباتات نتيجة تأثرها المستمر بغاز ثاني أكسيد الكبريت .

وتشير الإحصائيات إلى أن نسبة هذا الغاز تزداد باستمرار مع زيادة المصانع والسيارات ومحطات توليد الطاقة . وقد زادت نسبته مرتين في الولايات المتحدة الأمريكية في العقدين الماضيين .

ويبين الجدول (٤) تأثير التركيزات المختلفة لغاز ثانى أكسيد الكبريت على صحة الإنسان .

تركيز ثانى أكسيد الكبريت (جزء فى المليون)	التأثير
٠,٥٢ مع جسـيمات دقيقـة (تركـيز متوسط خلال ٢٤ ساعة)	زيادة نسبة الوفيات
٠,٢٥مع جسيمات دقيقـة (٣-٤يـوم لمدة٧٤ساعة)	زيادة المرض بين كبار السن
٠,١٩ مع مستوى أقل من الجسيمات الصلبة الدقيقة (٢٤ ساعة)	زيادة نسبة الوفيات
٠,١١-٠,١٩ مـع مسـتوى أقـل مـن الجسيمات الصلبـة الدقيقـة (باسـتمرار التعرض على مدى عدة أيام)	زيادة الرعاية الصحية
٠,٠٣٧-٠,٠٩٢ مع دخـان (تعـرض مستمر)	زيـادة في الأمـراض التنفسـية وأمـراض الرئـة .

جدول (٤) تأثير التركيزات المختلفة لغاز ثاني أكسيد الكبريت على صحة الإنسان

ومن الغازات الكبريتية التي تنطلق إلى الغـلاف الجـوي أيضـا غـاز كـبريتيد الهيدروجين الذي يتميز برائحة تشبه رائحة البيض الفاسد ، وهو ينتج عنـد إحـتراق الوقود الأحفوري ومن تحلل النفايات ، كما ينطلـق نتيجـة العديـد مـن الصناعـات

كصناعة المطاط والنفط والورق . ويؤثر كبريتيد الهيدروجين علـى الجهـاز العصبى المركزي كما يؤثر أيضا على الأغشية المخاطية المبطنة للجهاز التنفسي حيـث يمكـن شم الغاز عند التركيزات المنخفضة ولكن عندما يصبح تركيزه بالهواء الجوي مرتفـع فـإن ذلـك يعمـل على تخـدر حاسـة الشم ، وقـد يـؤدي إلى الوفـاة كمـا حـدث بالمكسيك عام ١٩٥٠م حيث تسرب الغاز من أحـد المحطـات ممـا أدى إلى دخـول ٣٢١ شخصا المستشفى ، توفي منهم ٢٢ شخصا ، كما عانى معظم سكان المنطقة من تهيج فى الجهاز التنفسي .

ويتحول الغاز في الهواء إلى مركب يسبب حدوث مرض السـرطان ، كمـا يسبب إضطرابات في نمو الإنسان والحيوان .

ومركبات الكبريت عموما لها تأثيرات ضاره على مـواد البنـاء حيـث إنهـا تزيد من حدوث الصدأ في المنشآت المعدنية المقامة .

*** أكاسيد النيتروجين Nitrogen Oxides**

تتكون عدة أكاسيد للنيتروجين عند إتحاده مـع الأكسـجين مثـل (أكسيد النيتروز - أكسيد النيتريك - ثاني أكسيد النيتروجين) وهذه الأكاسـيد تعتـبر مـن الملوثات الخطيرة للهواء الجوي .

تنتـج أكاسـيد النيـتروجين مـن آلات الإحـتراق بمحطـات توليـد القـوى الكهربائيـة والطـائرات والمواقـد وكذلـك عنـد حـرق النفايـات وحـدوث حرائـق

الغابات . إلا أن أغلب هذه الأكاسيد ينطلق مع عوادم السيارات وخاصة غاز ثاني أكسيد النيتروجين الذى يتفاعل مع بخار الماء الموجود بالجو مكونا حمض النيتريك ، ووجود هذا الحمض يعمل على تآكل الأسطح المعدنية والمباني ويغير لون الأصباغ والدهانات ، أي له تأثير ضار على المنشآت ، كما يشترك فى تكوين الضباب الحمضي والمطر الحمضي .

وغاز ثاني أكسيد النيتروجين يعمل على تقليل مدى الرؤية كما أن له تأثيرات ضارة على النباتات والكائنات الحية عموما ، فهو يؤدي إلى الاصابة بالإلتهابات الرئوية والتهاب العيون والتقليل من مقاومة الجهاز التنفسي ويزيد من أمراض الحساسية . وعندما يزيد تركيزه في حيز مغلق يؤدي إلى الوفاة .

ولسوء الحظ فإن الآثار الضارة لهذا الغاز لا تظهر مباشرة بل تظهر بعد فوات الأوان . وأعلى حد يمكن تحمله هو ١٠٠ جزء فى المليون لمدة لا تزيد عن ساعة واحدة وإلا حدثت الوفاة . وبالنسبة للنباتات أيضا فإن الغاز يتسبب فى وقف نموها تماما عند تعرضها له لمدة طويلة نسبيا .

وتنطلق أكاسيد النيتروجين إلى الغلاف الجوي من مصادر طبيعية مثل البراكين الثائرة ونشاط البكتيريا في التربة ، وعند حدوث البرق . وهذه الأكاسيد ليست لها صفة التراكمية في الغلاف الجوي لأنها تتفاعل مع ملوثات الهواء الأخرى بواسطة بعض التفاعلات الكيموضوئية والتي تتسبب في تكوين الضباب الدخاني (**الضبخان Smog**) .

التأثير	تركيز ثاني أكسيد النيتروجين (جزء في المليون)
تأثير قاتل	١٥٠ جزء فى المليون (لمدة ٥ – ٨ دقائق)
قد يحدث التهاب رئوي لكنه قابل للشفاء	٥٠–١٠٠ جزء في المليون (لمدة أقل من ساعة)
قد يحدث التهاب حاد	١٠–٤٠ جزء في المليون (تعرض متقطع)
تظهر أعراض زيادة في التهاب الشعب الهوائية	٠,٠٥–٠,١ جزء في المليون (تعرض مزمن)
أمراض تصيب القلب والرئتين بين عامة الناس وخاصة كلما زادت تركيزات الغاز في الجو المحيط بهم .	أقل من ٠,٠٥ جزء في المليون (لفترات طويلة)

جدول (٥) التأثيرات المختلفة لغاز ثاني أكسيد النيتروجين على صحة الإنسان

و لم تكن أكاسيد النيتروجين من ملوثات الهواء الجوي حتى عهد قريب ، ولكن بعد زيادة أعداد السيارات والمصانع ومحطات توليد القوي الكهربائية زادت نسبة هذه الأكاسيد في الهواء الجوي مسببة العديد من المشكلات ، ويعتبر غاز ثانى أكسيد النيتروجين أكثر سمية من غاز أول أكسيد الكربون ويكسب الهواء الملوث به لونا داكنا يميل إلى الإحمرار كما أن له دور كبير في تحطيم طبقة الأوزون سوف نتعرض للحديث عنه فى موضوع الأوزون .

وتبين الإحصائيات أن أكاسيد النيتروجين المنطلقة مع عوادم السيارات بلغت عام ١٩٦٨م فقط حوالي ١٧ مليون طنا * .

* الهيدروكربونات HydroCarbons

هي مركبات عضوية تتكون من اتحاد الكربون بالهيدروجين ، ومن أبسط هذه المركبات غاز الميثان (CH_4) وهو غاز عديم اللون والطعم والرائحة ، إلا أنه أثقل من الهواء ، لذلك يحل محل أكسجين الهواء الجوي مسببا الخمول والنعاس لمستنشقيه . ويعرف هذا الغاز بغاز المستنقعات أو البرك لأنه يتولد من تخمر المواد النباتية فى قاعها ، كما يتصاعد مع غازات أخرى من باطن الأرض في كثير من المناطق القريبة من آبار البترول .

وهناك أيضا غاز الإثيلين (C_2H_4) وهو شديد السمية بالنسبة للنباتات فيسبب تساقط الأوراق إذا زادت نسبته في الهواء عن حد معين . وتنطلق الهيدروكربونات من المصانع ومحطات القوى كنتيجة لاحتراق الوقود الأحفوري ، كما تنطلق مع عوادم السيارات كمية منها تبلغ نصف نسبة الهيدروكربونات الموجودة في الغلاف الجوي .

والهيدروكربونات كما ذكرنا تنبعث من مصادر طبيعية مثل الغابات والمستنقعات ، وكأحد نواتج التحلل والتعفن للمواد العضوية .

---

* نحو بيئة أفضل – مفاهيم – قضايا – استراتيجيات . دار الثقافة – الدوحة قطر ، تأليف د.سعيد الحفار .

وهذه المركبات تقوم بدور رئيسي وفعال في التفاعلات مع أكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين بواسطة التفاعلات الكيموضوئية لتكوين الأوزون في طبقة التروبوسفير كما أسلفنا ، كذلك فى تكوين الضباب الدخاني المسبب للكوارث البيئية التي تؤدى إلى الإصابة بأمراض تنتهي غالبا بالوفاة .

وكانت هذه الظاهرة هي البداية لإنذار العالم بأخطار النفايات التي تطلق إلى الغلاف الهوائي ، وتعد حادثة **وادي الميز** الصناعي في بلجيكا عام ١٩٣٠م أول حادثه من هذا النوع حيث غطت بلجيكا طبقة رقيقة من الضباب لكنها كانت كثيفة بجوار مصانع الصلب ومحطات توليد القوي ، مما أدي إلى حدوث ٦٣ حالة وفاة .

كما كانت أيضا حادثة **دونورا** بولاية بنسلفانيا بالولايات المتحدة الأمريكية في أكتوبر عام ١٩٤٨م حيث خيم ضباب كثيف على المدينة وانتشر ضباب أسود اللون في الشوارع ، وظلت هذه الحالة لمدة أربعة أيام ، ثم انقشع الضباب الأسود ، وأدي ذلك إلى إصابة سكان المدنية بالتهابات في العيون والحلق وضيق التنفس وسعال ، وقد توفي في هذه الحادثة ١٧ شخصا .

أما أخطر حالات الضباب الدخاني فقد حدثت في ديسمبر عام ١٩٥٢م بمدينة **لندن** حيث تكون ضباب كثيف حجب السماء ، وقلل من مدى الرؤية ، وارتفعت الرطوبة النسبية إلى ١٠٠٪ كما انخفضت درجة الحرارة إلى ١٥°س تحت

الصفر ، وسكن الهواء وظلت هذه الحالة لمدة أربعة أيام أيضا ، توقفت فيها حركة السيارات والطائرات تماما ، وأصيب الآلاف بالتهابات في الحلق والعيون .

وأسفرت المأساة عن وفاة أربعة آلاف شخص ، كما توفي ٨ آلاف شخص في الشهرين التاليين للحادث نتيجة للضباب الدخاني . وكان أغلب الضحايا من كبار السن والأطفال ومرضى القلب والجهاز التنفسي .

مما سبق يتبين لنا أن السبب الرئيسي لتكون الضبخان يعود إلى أن نواتج الإحتراق وعوادم السيارات من الهيدروكربونات - التي عند تعرضها للأشعة فوق البنفسجية - تدخل في تفاعل كيموضوئي لا تعرف طبيعته حتى الآن بالضبط ، ويتكون نتيجة له الضباب الدخاني الذي يظل معلقا فى الهواء .

وتزداد خطورة هذا الضباب الدخاني عند اختلاطه ببعض الغازات الأخرى مثل ثاني أكسيد الكبريت ، وكبريتيد الهيدروجين وبعض أكاسيد النيتروجين كما سبق أن ذكرنا . كذلك تتفاعل الهيدروكربونات الموجودة بالهواء الجوي مع الأكسجين مكونة مركبات يتسبب عنها التهاب العيون والأنف وصعوبة التنفس كما تؤدي إلى تقليل مدي الرؤية .

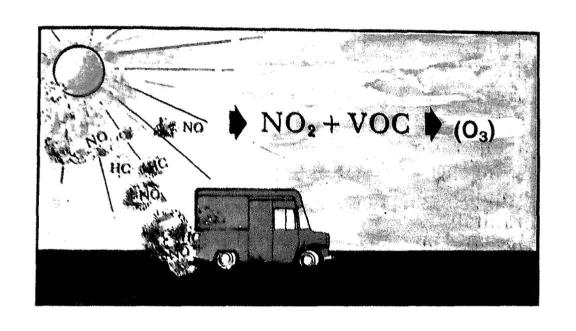
ومن أكثر الهيدروكربونات ضررا مركب البنزوبيرين Benzopyrene الذي يعتبر من أخطر الملوثات المسببة للسرطان . ويتكون عند إحتراق الوقود ، وأثناء استخدام القار في رصف الشوارع أو من الدخان المتصاعد من السجائر عند تدخينها ، وكذلك عند إحتراق الفحم فى عمليات شواء اللحم .

وقد وجد أن الهيدروكربونات تسبب العقم عند الطيـور حيـث تـتراكم في أنسجة أعضائها وتؤثر على الإخصاب . كما تصل الهيدروكربونات الملوثـة للهـواء الجوي إلى المسطحات المائيـة مـع الأمطـار وتـتراكم في أجسـام الأسمـاك لتنتقـل إلى الإنسان وبقية الكائنات التي تتغذي على هذه الأسماك .

*** الأوزون Ozone**

سوف نتحدث بإسهاب عن مشكلة الأوزون لاحقا .. ولكن ما يهمنا هنا هـو الأوزون كملـوث مـن ملوثـات الغـلاف الجـوي . ففـي وجـود الأشـعة فـوق البنفسجية تتحلل بعض المواد التي تنطلق بفعل النشاطات البشـرية إلى الهـواء الجـوي مسببه تلوثه ، مثل ثاني أكسـيد النيـتروجين الـذي يتفـاعل مـع الأكسـجين مكونـا الأوزون التروبوسفيري . ولما كانت أكاسيد النيـتروجين تنبعـث إلى الجـو بكميـات هائلة ، فإن كمية الأوزون التروبوسفيري آخذه في الزيادة ، وتكمن خطورته في أنه يكون ملامسا مباشرة للكائنات الحية وهو كما نعلـم مـادة سـامة للكائنـات الحيـة النباتية والحيوانية معا .

ويتسبب الأوزون في تشوه أوراق النباتـات وإصفرارهـا حيـث يكـون مـع الهواء مركبات عضوية معقدة كالألدهيدات ونترات بيروكسـي الأسـتيل (P.A.N) التي تعتبر مادة سامة للنبات تقلل فاعلية بعــض الأنزيمـات الموجـودة بهـذه النباتـات وهذه المادة السامة تعمل كذلك على تدمير البلانكتونات التي تعتبر الأساس في بقـاء الأحياء المائية وبالتالي بقية الأحياء .



شكل (٨) تكون الآوزون التروبوسفيرى بواسطة التفاعلات الكيموضوئية

أما تأثير الأوزون على الإنسان فلا يقل خطورة عن تأثيراته على النباتات ، فهو يقلل من كفاءة عملية التنفس ويسبب السعال والتهابات العيون والتعرض لتركيزات قليلة منه تسبب أضراراً في الأغشية المخاطية وبالتالي ضعف القدرة على

مقاومة الإلتهابات ، فتزداد قابلية الإنسان للإصابة بالأمراض كما يسبب أيضا ضعف المناعة عند الإنسان .

بالإضافة إلى الأضرار التي يسببها الأوزون التروبوسفيري للكائنات الحية عموما ، فإنه يتسبب فى تحويل المواد التربينية المنطلقة من النباتات في الغابات والأحراش إلى أيروسولات Aerosoles مما يضيف مصدرا جديدا للمواد التي تلوث الهواء الجوي . لهذا فهو يعتبر من أهم مكونات الضبخان وهو أيضا يسبب تلف الكثير من المنسوجات والدهانات والمطاط ، خاصة إطارات السيارات .

ذكرنا أهم الملوثات الغازية في الغلاف الجوي ، وهناك ملوثات غازية أخري مثل غاز كلوريد الهيدروجين الذي ينتج من مصانع الملح والصودا وغيرها ، أيضا يوجد غاز فلوريد الهيدروجين الذي ينتج أثناء صناعة الأسمدة الفوسفاتية أو صهر الحديد والألومنيوم ومحطات تقطير المياه ، وغازات الكلوروفلوروكربون التي تنتج من أجهزة التبريد كالثلاجات والمكيفات ومن عبوات الإيروسولات وصناعة الهليونات ، وسنتناولها بعد ذلك بشيء من التفصيل عند الحديث عن مشكلة إستنزاف طبقة الأوزون .

*** الملوثات الصلبة في الهواء الجوي**

هناك العديد من الملوثات الصلبة التي تنطلق إلى الغلاف الجوي وتنتج إما من مصادر طبيعية أو من مصادر صناعية . وهي عبارة عن دقائق صغيرة جدا تنطلق

من مصانع الأسمنت والأسمدة والمبيدات الحشرية والمحاجر والمطاحن وعند استخلاص المعادن أيضا . وهناك دقائق أخرى مثل الرصاص والأسبستوس والسناج (الكربون) الذي يعمل على اتساخ الملابس والمباني كما يؤدي إلى الالتهابات الرئوية لأنه يوجد للكربون خاصية إدمصاص الغازات على سطحه ولذلك ينقل بعض الغازات السامة للرئتين ولذا يلاحظ إزدياد نسبة الإصابة بسرطان الرئة بين سكان المناطق الصناعية .

وتعتبر السيارات من أكبر مسببات تلوث الهواء الجوي بالرصاص والكادميوم ودقائق مطاط الإطارات ، تليها المصانع . أما الدقائق الناتجة من مصادر طبيعية فلا دخل للإنسان فيها مثل بعض أنواع البكتيريا والجراثيم وحبوب اللقاح والأتربة والرمال خصوصا عند هبوب العواصف أو ثورات البراكين . وحتى نتبين الخطر الناتج أحيانا من المصادر الطبيعية ، نذكر هنا على سبيل المثال إنفجار بركان **سانت هيلين** بالولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٨٠م الذي تصاعدت منه كميات هائلة من الرماد قدرت كميتها بأكثر من مليون طن ، إمتصت قدرا كبيرا من إشعاعات الشمس وكان لها أثر واضح على الإتزان المناخي لهذه المنطقة ، وتسببت في تلف كثير من المحاصيل وإفساد التربة الزراعية القريبة منها .

كذلك بركان **إتنا** بإيطاليا الذي يطلق أثناء ثوراته المتكرره الأطنان من كلوريد الزئبق وآلاف الأطنان من الحديد والألومنيوم والصوديوم والكالسيوم والتي

تبقى معلقة في الهواء على هيئة شوائب ، حيث تحملها الرياح لتصل إلى أماكن بعيدة عن البركان .

والدقائق الملوثة للهواء الجوي تكون درجة انتشارها تبعا لحجمها ، فالجسيمات الكبيرة تتساقط بسرعة بتأثير الجاذبية الأرضية ، ولا تبقى معلقة في الهواء فترة طويلة ولذلك تكون بالقرب من مصادرها . أما الجسيمات الصغيرة فهي خفيفة الوزن لذلك تظل عالقة في الهواء لمدة طويلة وتترسب بعد فترة ، حيث تتجمع مع بعضها مكونة جسيمات أكبر تترسب بفعل الجاذبية أو تسقط مع الأمطار .

وقد تسبب هذه الدقائق تغيرات فى المناخ فتقلل من درجة الحرارة على سطح الأرض وذلك لأنها تشتت ضوء الشمس الساقط ، كما تسبب تدني مدى الرؤية .

مما سبق نجد أن الهواء الجوي تنطلق إليه كثير من الجسيمات مثل دقائق الأسمنت والأميانت وأملاح البحر والكيماويات بالإضافة إلى الدهانات والزئبق والكادميوم والزرنيخ وكلها مواد سامة .

وكما نعلم أن عوادم السيارات تعتبر أهم مصدر للملوثات حيث ينطلق مع العادم ما يقارب من ٨٠٪ من هذه الجسيمات الدقيقة . ولا يقتصر الأمر على عوادم السيارات بل هناك أيضا مصانع استخلاص المعادن والأسمنت ومحطات تكرير البترول وغيرها ، حيث يتضح خطر هذه المصادر لو علمنا أن محطة كهرباء

متوسطة تعمل بالفحم كوقود ، تطلق للهواء فى كل ساعة حوالى ٢٠ طنا من غاز ثانى أكسيد الكبريت ، ٣,٥ طن من أكاسيد النيتروجين ، ٤٥ طناً من الرماد ، حيث تبقى أغلب هذه الشوائب معلقة في الهواء محتوية على كثير جدا من المواد الضارة * .

وفيما يلي نتناول بشيء من التفصيل أهم وأخطر الملوثات الصلبة في الغلاف الجوي .

*** الرصاص Lead**

هو عنصر رمادي اللون يوجد بكثرة فى كثير من بقاع العالم ، ويسهل تشكيله وتصنيعه ، كما أن لديه خاصية مقاومة العوامل الجوية والتآكل الكيميائي . والرصاص من أقدم العناصر التي عرفها الإنسان ، وقد كانت استخداماته كثيرة فى آسيا الوسطى منذ أكثر من ٦ آلاف عام فقد استخدمه قدماء المصريين فى صناعة الأواني ويوجد الآن في المتحف البريطاني بلندن تمثال مصري من عهد الفراعنة مصنوع من الرصاص منذ أكثر من ٤ آلاف عام . كما استخدم الرومان أواني مصنوعة من الرصاص فى شرب الخمر .

---

* Paul Choiet et al ., water , air and soil Pollution , 4,381,1975

ويقول " **جلفلام** " في مقاله بمجلة الطب المهني عام ١٩٦٥م : إن إصابة طبقة الحكام والقادة بالتسمم بعنصر الرصاص كان من أسباب سقوط الإمبراطورية الرومانية * .

توجد بعض المصادر التي تشارك في تلويث الغلاف الجوي بالرصاص مثل البراكين وعوامل التعرية المؤثرة في التربة ، ولكن أكثر مصادر الرصاص التى تسبب تلوث الهواء هى مصادر صناعية نتيجة للنشاط الإنساني ، وزيادة التصنيع ، كما أن السيارات التي تستخدم البنزين المحتوي على الرصاص لها دور رئيسي فى تلوث الغلاف الجوي به ، فقد بينت الأبحاث العلمية أن استخدام البنزين المرصص (المضاف إليه الرصاص) في محركات السيارات هو السبب الرئيسي لزيادة نسبة الرصاص فى الهواء ، ولذلك تنبهت بعض الدول فقامت بتقليل نسبة الرصاص المضاف للبنزين تدريجيا حتى يتم الإستغناء عنه نهائيا ، وأضافت بدلا منه مواداً أخرى غير سامة مثل بعض الهيدروكربونات متفرعة السلسلة أو بعض الكحولات لرفع كفاءة محركات السيارات من جهة وعدم تلوث البيئة بالدرجة التي يلوثها بها الرصاص من جهة أخرى .

ومن الدول التي تستخدم بنزين خالٍ من الرصاص اليابان منذ عام ١٩٧٥م ، والنمسا منذ عام ١٩٨٥م ، وألمانيا الغربية منذ عام ١٩٨٦م .

---

* مجلة البيئة الكويتية – العدد ١٠٨ فبراير ١٩٩٣ بقلم د. إبراهيم الصياد .

أما فى الدول العربية فقد وصل عدد السيارات الآن إلى أكثر من ١٢ مليون سيارة مقابل ٩ ملايين سيارة عام ١٩٩٠م ، وصاحب ذلك إزدياد كبير في كمية البنزين المستخدمة ، فبعد أن كان المستخدم منه ٨٠٠ ألف برميل يوميا عام ١٩٩٠م يصل الآن إلى أكثر من مليون برميل يوميا . كما يحتوي البنزين المستخدم في الدول العربية على رصاص بنسبة تزيد عن ٣ - ٦ أمثال النسبة المستخدمة حاليا في الدول المتقدمة . وقد وعدت الكويت باستخدام البنزين الخالي من الرصاص مع بداية عام ١٩٩٧م .

ويرجع تاريخ إضافة الرصاص إلى الجازولين إلى نهاية العشرينات من هذا القرن ، وذلك على هيئة أحد مركبات الرصاص مثل رابع أثيل الرصاص Lead tera ethyl وذلك لرفع كفاءة البنزين كوقود ، ولكن نتيجة إحتراق الوقود في المحركات تخرج مركبات الرصاص إلى الجو على هيئة أكاسيد وكلوريدات الرصاص حيث تظل معلقة في الجو لفترة طويلة ثم تسقط في الشوارع وعلى المباني . وتبين نتائج الأبحاث أن نسبة الرصاص تتناسب تناسبا طرديا مع زيادة استهلاك البنزين المرصص ، ولذا تزداد نسبة الرصاص في هواء المدن خاصة الصناعية منها والمزدحمة بالسيارات .

وقد أجريت أبحاث على دم الأطفال ببريطانيا فتبين أن معدل تركيز الرصاص في دم الأطفال الذين يعيشون قرب الطرق السريعة المزدحمة بالسيارات بلغ ٠,٩ ميكروجرام/لتر فى حين بلغت النسبة أقل من ذلك فى دم الأطفال الذين يسكنون بعيدا عن الطرق الرئيسية ، وتزداد هذه النسبة فى دول أخرى عن ذلك .

ويبلغ الإنتاج العالمي من الرصاص حوالي خمسة ملايين طن سنويا ، ينطلق منه إلى الغلاف الجوي نسبة لا بأس بها حيث تستنشقه الكائنات الحية ، أو ينتقل عن طريق الفم أو اللمس ليدخل إلى دم الإنسان .

وهناك الكثير مما جاء عن أضرار الرصاص ، فقد وصف أبقراط (حوالي ٣٧٠ ق.م) رجلا يشكو من نوبات مغص شديد بالبطن ، وفسر ذلك بأنه كان يعمل في استخراج المعادن ، كما ذُكر أن أكثر المصابين بتسمم الرصاص هم عمال بناء السفن الذين كانو يقومون بطلائها ببويات يدخل في تركيبها الرصاص .

وقد كانت عادة شرب الخمر في أوعية فخارية مطلية بالرصاص شائعة فى أمريكا قبل الإستقلال ولذلك كانت نسبة التسمم بالرصاص عالية جدا . ويعتبر الأرق والتعب وعصبية المزاج والغثيان والإسهال من أهم أعراض التسمم بالرصاص .

ولا يقتصر الأمر على عوادم السيارات كمصدر رئيسي للتلوث بالرصاص بل تشمل أيضا محارق النفايات وكذلك المبيدات الحشرية ، كما أن الفحم المستخدم كمصدر للطاقة في كثير من المنشآت يحتوي على حوالي ٥٠ جزء فى المليون من الرصاص الذي ينطلق إلى الغلاف الجوي مسببا زيادة تركيزه عن المعدل الطبيعي .

وتعتبر مصانع البطاريات من أكثر الجهات استخداما للرصاص . كذلك فإن عادة التدخين تعتبر أيضا مصدرا هاما للتلوث بالرصاص خاصة لأولئك الذين يفرطون في التدخين .

والرصاص كما ذكرنا من العناصر السامة للكائنات الحية ، والتعرض له لمدة طويلة يؤدي إلى الضرر بالجهاز العصبي خاصة عند الأطفال ، كما يسبب قلة الإستيعاب والتخلف العقلي وتأخر النمو عند أطفال المدارس بالمدن التي تكثر فيها السيارات .

وتقوم أيونات الرصاص بتعطيل أنزيمات الجسم والتفاعلات الحيوية ، وباتحاد الرصاص مع الزنك يقف عمل الأنزيمات التي تساعد على تكوين الهيموجلوبين ، ولذلك يصاب الأشخاص المعرضين للرصاص بالأنيميا (ضعف الدم) ، كما يعطل الرصاص الوظيفة الإخراجية للكلى فيحدث تصلب وتليف تدريجي يؤدي إلى الفشل الكلوي . أيضا يتراكم الرصاص في الكبد ، فيعجز عن تحويله إلى مركبات نافعة ويتركه ينتشر فى الدورة الدموية ، لذلك يتركز في العضلات والجلد ويختزن في العظام والكبد مسببا أيضا التليف الكبدي .

ويؤثر الرصاص أيضا على النساء الحوامل مسببا الإجهاض وتشوه الأجنة وارتفاع نسبة الوفيات بين الأطفال حديثي الولادة . كما يؤثر على الرجال حيث يقلل القدرة الجنسية لديهم . كما يترسب على التربة ، فيحتفظ به النبات بعد أن يصل إليه ، وعندما يتغذي الإنسان أو الحيوان على هذا النبات ويصل تركيز

الرصاص لدرجة معينة يحدث التسمم . وقد وجد أن النباتات المزروعة قريبا من الطرق السريعة تحتوي على نسبة عالية جدا من الرصاص المنطلق من عوادم السيارات إذا قورنت بالنباتات المزروعة بعيدا عن هذه الطرق .

وعند تقدير نسبة الرصاص الموجودة في كل من نباتي الخس والجزر كانت على التوالي (١٧٠,٢) ، (٢,٧) جزء في المليون * ولذلك فإن استهلاك كيلوجرام واحد من الخضار والفاكهة يُدخل إلى جسم الإنسان حوالي ٤ ملجم من عنصر الرصاص . وقد تبين أن كمية الرصاص التي تسبب تشوهات خطيرة في جسم الإنسان تكون بين ٣٠٠ - ٧٠٠ ملجم/كيلوجرام من وزن الجسم .

ينتقل الرصاص إلى مياه البحار والأنهار من مصادر عديدة مثل مخلفات المصانع الكيماوية المقامة على الشواطىء وعن طريق الأمطار المحملة بدقائق الرصاص ، كذلك عند غرق السفن التى تحمل مواد كيميائية يدخل الرصاص فى تركيبها حيث يتركز هذا الرصاص فى لحوم الأسماك والأحياء المائية خاصة القشريات ومنها ينتقل للإنسان . ويعتبر كل من البحر الأبيض المتوسط وبحر البلطيق وبحر قزوين من أكثر بحار العالم تلوثاً بالرصاص .

---

* نحو بيئة أفضل - مفاهيم - قضايا - استراتيجيات - دار الثقافة - الدوحة / قطر . د.سعيد الحفار .

ويمكن التقليل من نسب الرصاص في جسم الإنسان عن طريق :

(١) استخدام أنابيب ليست مصنوعة من الرصاص في نقل المياه إلى المنازل أو في التمديدات الداخلية لهذه المنازل .

(٢) تقليل نسب الرصاص في الأصباغ .

(٣) تطوير عمليات تعبئة الأغذية في العلب المعدنية للتقليل من استخدام الرصاص

(٤) التحكم في عملية إنطلاق الدخان المحمل بالرصاص من مداخن الوقود الأحفوري وكذلك بالنسبة للمنشآت الصناعية التي تستخدم الرصاص .

(٥) تقليل نسبة عنصر الرصاص الموجود في البنزين المستخدم في السيارات وآلات الإحتراق الداخلي إلى أقل حد ممكن .

*** الكادميوم Cadmium**

يستخدم عنصر الكادميوم في كثير من الصناعات مثل صناعة الخارصين (الزنك) والأصباغ وفي عمليات الطلاء الكهربائي ، كما يضاف للمطاط في صناعة إطارات السيارات ولهذا فهو أحد الملوثات التي تنطلق إلى الهواء الجوي نتيجة إحتكاك الإطارات أثناء حركتها بأسفلت الطرق . ولو علمنا مقدار دقائق المطاط التي تترسب على مساكن وطرق المدن خاصة المزدحمة بالسيارات والذي يقدر بعشرات الأطنان سنويا لعلمنا مدى الضرر الذي يسببه الكادميوم للإنسان .

كذلك ينطلق الكادميوم إلى الهواء الجوي مع دخان السجائر . وقد إزدادت نسبة تلوث الأنهار والبحار بهذا العنصر لأن المصانع تلقي بمخلفاتها في

مياهها . وقد تبين من فحص مياه البحر * الأدرياتيكي عام ١٩٧٥م أن معدل تراكم الكادميوم في مياهه بلغ نصف ميكروجرام في اللتر الواحد ولكنه الآن زاد عن ذلك كثيرا نتيجة لزيادة عدد المصانع .



شكل (٩) انطلاق الكادميوم إلى الهواء الجوى عند إحراق الإطارات

ويعد الكادميوم ضارا بالصحة فهو يدخل إلى الجسم عن طريق الجهاز التنفسي مع الهواء الملوث أو يدخل إلى الجهاز الهضمي عن طريق الغذاء حيث

* مجلة البيئة الكويتية العدد ١١١ مايو ١٩٩٣ مقالة د.اسماعيل المدنى .

يتراكم في الجسم خاصة في الكلى والكبد ، كما دلت الأبحاث الطبية على أنه يساعد على ارتفاع ضغط الدم .

ولعل ما قرأناه عما حدث لأهالى مدينة **تويما** اليابانية يوضح أثر الكادميوم على صحة الإنسان حيث انتشر بينهم مرض مجهول أدى إلى وفاة أكثر من ٦٦ شخص وكانت أعراض المرض تبدأ بالشعور بالغثيان والإرهاق والتقيؤ والإسهال وآلام البطن والعضلات وكذلك العظام ، واضطراب الكبد والكلية . ونظرا لشدة الألم أطلق على المرض اسم " **إتاي – إتاي** " ويعني باللغة اليابانية " **مؤلم – مؤلم** " كما لوحظ لين عظام الأطفال وضعفها فكانت سهلة الكسر ، وبعد أبحاث مضنية تم اكتشاف السبب وهو وجود عنص الكادميوم في الأنسجة والعظام الذي نتج عن شرب ماء النهر – الذي تقع عليه مدينة تويما – الملوث بعنصر الكادميوم وكذلك أكل الأرز الذي تم ريه بماء النهر .

وقد تبين أن المنجم الموجود بالقرب من هذا النهر كان يلقي بمخلفاته فيه ، ولذا تراكم الكادميوم في مياهه وانتقل منها إلى التربة ثم إلى الأرز الذي يتناوله الأهالي .

*** الزئبق Mercury**

الزئبق معدن يستخدم في الصناعات الكيميائية مثل المبيدات الحشرية والصناعات المعدنية كصناعة الذهب ، وإنتاج غاز الكلور ، ويدخل في صناعة أجهزة الترمومترات والبارومترات كما يستخدم في الطب حيث يضاف لبعض

المراهم . وينطلق الزئبق إلى البيئة كملوث للهواء الجوي عن طريق مخلفات ونفايات المصانع ، وعند استخدام المبيدات الحشرية التي تحتوي على نسبة كبيرة منه غالبا .

ويعود خطر الزئبق إلى أنه ينتقل خلال سلسلة الغذاء من النباتات أو الكائنات البحرية كالأسماك إلى الإنسان ، وقد أثبتت الدراسات العلمية أن الكائنات الحية الموجودة في المياه الملوثة بالزئبق تحتوي على تركيزات من هذا العنصر بنسبة أكبر مما يوجد في المياه الملوثة نفسها . ويرجع ذلك لأن للزئبق خاصية التراكمية في أجسام الأسماك وبقية الكائنات البحرية .

وقد أصبحت ظاهرة تلوث الأسماك بالزئبق معروفة في كثير من بحار العالم ، كما ظهرت حوادث تسمم عديدة نتيجة تناول هذه الأسماك الملوثة بالزئبق ، لعل أسوأها ما حدث في اليابان عام ١٩٥٦م عندما تم تناول أسماك تبين أنها ملوثة بالزئبق مما تسبب عنه حدوث حالات وفاة كثيرة حيث إتضح أن أحد مصانع البلاستيك (**مصنع شيسو**) الواقع على خليج **ميناماتا** كان يلقى في مياه الخليج بنفايات تحتوي على كميات من الزئبق السام الذي تراكم سنين طويلة لدرجة أنه وصل إلى تركيز مؤثر على صحة الإنسان مما تسبب في وفاة حوالي خمسة آلاف شخص حتى عام ١٩٩٢م . وقد سمى هذا المرض " **مرض ميناماتا** " نسبة إلى اسم الخليج .

وعندما إنتقلت كميات الزئبق إلى الأسماك تم تخزينهـا فى أجسامهـا علـى هيئة مركب " ثنائي فينيل الزئبـق " الـذي يرتبـط ببروتينـات الأسمـاك ومنهـا ينتقـل للإنسان .

وتبدأ أعراض التسـمم بـالزئبق بشعور المريـض بـالتعب والإرهـاق وألم في الرأس وفقدان الإحساس مع عدم وضوح الرؤية وصعوبة الكلام ثم تظهـر أعـراض تشبه أعراض الشلل ، وفي النهاية يحدث الموت .

وترجع خطورة التسمم بالزئبق إلى أنه يهـاجم خلايـا المخ والجسـم حيـث يتركز في الدماغ فيؤدي إلى إتلاف خلاياه وخلايا الجهـاز العصبي المركـزي مسـبباً عدم التوافق في عمل العضلات ، وضعف في الإحساس وثقل في السمع كما يؤدي إلى الفشل الكلوي . ولا يوجد عـلاج حتـى الآن لحـالات التسـمم بـالزئبق ، وقـد حددت هيئة الصحة العالمية الحد الأقصى لكمية الزئبق التي تدخل إلى جسم الإنسان أسبوعيا بما لا يزيد عن ٠,٣ ميكروجرام .

*** الأميانت Amiante**

يستخدم في مجـالات عديـد مثـل صناعـة المسـتحضرات الطبيـة ، وكمـادة عازلة للحرارة لمنع تسربها ، كذلك يلصق على الجـدران كمـادة عازلـة للصـوت . وتصنع منه الأسطح السفلية للمكواة لمنـع حـرق الملابـس ، وأكثر استخدام لـه في صناعة كوابح السيارات (السفايف) ، وعندما تتآكل أجزاء هذه الكوابـح نتيجـة الإحتكاك يتطاير إلى الغلاف الجوي حيـث يسـقط غبـاره علـى المنـازل والشـوارع

ويصل إلى الرئتين عن طريق الجهاز التنفسى مؤديا – كما دلت الأبحاث العلمية – إلى سرطان القصبات الهوائية . لذا تكثر الإصابة بهذه الأمراض بين عمال تصليح وصيانة السيارات (الذين يعملون في تبديل الكوابح وإصلاحها) .

وقد أوضحت دراسة أجراها أستاذ للأمراض التناسلية بكلية طب قصر العينى (نبيل مؤمن) أن تلوث الهواء يؤثر على الجهاز التناسلى وبصفة خاصة الرغبة الجنسية والقدرة على الإنجاب لدى الرجال ، وقد أشارت الدراسة التى شملت إجراء تحاليل مقارنه للسائل المنوى إلى أن خصوبة الرجل فى مناطق التلوث أصحبت أقل مما كانت عليه منذ عشرين عاماً مضت حيث سجلت الفحوصات تناقصا فى عدد الحيوانات المنوية وسرعة حركتها . وقد أوعزت الدراسة السبب إلى تلوث الهواء والماء والغذاء بالعديد من الملوثات مثل الرصاص وأول أكسيد الكربون وغيرها من الملوثات التى تؤثر على الجهاز التناسلى . ويرى الباحث أن التلوث بغاز أول أكسيد الكربون يؤثر على الدم الذى يغذى الخصيتين .

وهناك الكثير من الظواهر وأنواع التلوث المرتبطة بتلوث الهواء الجوي والتي سنتناولها فى الفصل القادم .

الـظاهـرة الصوبيـة Green House Phenomenon

سميت هذه الظاهرة بظاهرة الدفيئة أو البيت الزجاجي . فالبيوت الزجاجية تستخدم لنمو النباتات في الظروف البيئية غير المناسبة ، لتحمي النباتات من انخفاض درجة حرارة الجو الخارجي ، ولتمدها بالحرارة اللازمة لنموها . وكان يعزى السبب في ارتفاع درجة الحرارة داخل هذه البيوت إلى أن الزجاج يعمل كمرشح للأشعة الحرارية ، ويسمح لها بالمرور داخل البيوت (في اتجاه واحد) إلا أن هذا التفسير ثبت خطؤه ، فالسبب الحقيقي هو عدم أو قلة تيارات التبريد بواسطة الحمل* ، ولما كانت الزيادة الواضحة والمستمرة لغاز ثاني أكسيد الكربون في الهواء الجوي بسبب نشاطات الإنسان الملوثة للبيئة تهدد بإحداث تغييرات في معدل درجات الحرارة تؤدي إلى تغيير التوازن الطبيعي في البيئة حيث يعتبر غاز ثاني أكسيد الكربون مرشح للأشعة الحرارية (تحت الحمراء) باتجاه واحد .

تفسير ذلك أن الإشعاع المرئي الذي يصل من الشمس إلى الأرض يتكون

* التلوث الصناعي – المصادر – وكيمياء التلوث ١٩٨٧ دكتور لطيف حميد علي .

من موجات عديدة مختلفة الطـول لا يصـل منهـا إلى الأرض إلا جـزء قليـل بسـبب وجود طبقة الأوزون التي تمتص معظم الأشعة فوق البنفسجية بينما يقـوم غـاز ثـاني أكسيد الكربون وبخار المـاء بامتصـاص الأشـعة تحـت الحمـراء ولا يصـل إلى سـطح الأرض إلا الإشعاع المرئي ، ثم ينعكس جزء منه إلى الجو مرة أخرى والباقي يمتصـه سطح الأرض ، حيث تنعكس هذه الطاقة الممتصـة مـرة أخـرى إلى الجـو ، وتكـون بشكل أشعة غير مرئية (موجات حرارية) ولكنها لا تستطيع مغادرة جـو الأرض (التروبوسفير) لوجود غاز ثـاني أكسـيد الكربـون بـتركيزات عاليـة لأن لـه قـدرة كبيرة على امتصاص هذه الأشعة . وهذا بالطبع يؤدي إلى إنحباس الحرارة فـي طبقـة الغلاف الجوي القريبة من سطح الأرض (التروبوسفير) مسببة ارتفاعاً تدريجيـا فـى معدل درجات الحرارة .

ويسمى بعض العلماء هـذه الظـاهرة بظـاهرة الإحتبـاس الحـراري ، وكـان العالم السويدي (**سفانتي أرينيوس**) هو أول من أطلق هذا الإسـم عـام ١٨٩٦م ، وهو أيضا أول من نبه لارتفاع درجة الحرارة عن معدلها الطبيعي ، وأصبحـت هـذه القضية لها مؤيدون ومعارضون .

فمنـذ بدايـة عصـر الصناعـة حتـى الآن ارتفعـت نسبة غـاز ثـاني أكسـيد الكربون في الغلاف الجوي من ٢٦٠ جزءاً في المليون إلى أن وصلـت عـام ١٩٥٨م إلى ٣١٥ جزءاً في المليون ، أي بمقدار ٦٧١ بليون طن مـترى في الغـلاف الجـوي ، ثم إزدادت هذه النسبة إلى أن بلغت ٣٥٠ جزءاً في المليـون عـام ١٩٨٨م أي ٧٤٨ بليون طن مترى .

وهذا يبين أثر النشاط الإنساني المدمر للبيئة ، حيث أن هذه الزيادة ناتجة عن إحراق الوقود الأحفوري التي بلغت عام ١٩٨٨م (٥,٩ بليون طن*) .

وارتفاع معدل درجة حرارة جو الأرض يشغل تفكير العلماء حيث وضعوا عدة فروض لذلك ، فأرجعه بعضهم إلى أنها ظاهرة طبيعية ، بينما يرى البعض الآخر بأن هذا الارتفاع هو نتيجة لانبعاث بلايين الأطنان من غاز ثاني أكسيد الكربون للغلاف الجوي سنويا . ومنذ ذلك الحين بدأ الحديث عن الظاهرة الصوبية والغازات المتسببة في ارتفاع درجة حرارة جو الأرض عن المعدل الطبيعي .

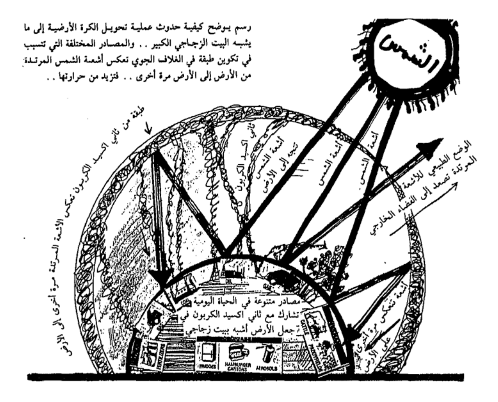
ولكن هل المسئول عن هذا الارتفاع في معدل درجات الحرارة هو غاز ثاني أكسيد الكربون فقط ؟ بالطبع هناك غازات أخرى تشاركه هذه المسئولية ، فمع أن غاز ثاني أكسيد الكربون هو المسئول الأول عن زيادة معدل درجات الحرارة في جو الأرض (يمثل حوالي ٥٥٪ من هذه الزيادة) إلا أن بعض العلماء أثبتوا أن هناك غازات أخرى مسئولة عن ارتفاع درجة حرارة جو الأرض أيضا مثل بخار الماء والميثان وغازات الكلوروفلوروكربون وأكسيد النيتروز والأوزون الموجود في طبقة التروبوسفير (في العادة لا يوجد هذا الغاز إلا في طبقة الستراتوسفير) .

هذه الغازات تعمل مجتمعة مع غاز ثاني أكسيد الكربون على احتباس

---

* مجلة علوم وتكنولوجيا ، معهد الكويت للأبحاث العلمية العدد ١٣ ، أغسطس ١٩٩٤م الكويت .

الحرارة واحتفاظ الأرض بها . وبالطبع تزداد نسبة هـذه الغـازات تدريجيا في الجـو بزيادة الأنشطة البشرية وعندما تزيد كمية الحرارة التي تنحبس فى جو الأرض تؤثـر على المناخ العالمي وتعمل على حدوث تغيرات لا يمكن الوقـوف في وجههـا سـوى بتقليل التلوث إلى أقصى حد ممكـن ليـس علـى مستوى دولـة أو عـدة دول بعينهـا ولكن على مستوى دول العالم أجمع .



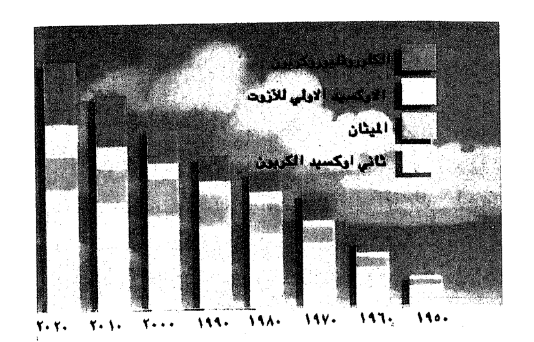
شكل (١٠) كيفية حدوث الظاهرة الصوبية

وضح العلمـاء منـذ وقـت بعيـد أن زيـادة نسـبة بخـار المـاء وثـاني أكسـيد الكربون في الجو هو من أكبر العوامل الـتي تعمـل علـى ارتفـاع درجـة حـرارة جـو

الأرض عن معدلها الطبيعي . وفي الثمانينات من هذا القرن بين العلماء أن هناك غازات أخرى تعمل على زيادة الدفء العالمي لأنها تقوم بامتصاص الأشعة تحت الحمراء Infra Red Ray (الأشعة الحرارية) بنسبة كبيرة . فمن المعلوم أن تركيب الغلاف الجوي المحيط بالكرة الأرضية ظل ثابتا منذ الآف السنين ولكن بدأ يتغير بصورة سريعة منذ عصر الصناعة فقط ، أى منذ حوالي قرنين من الزمان ، وبالطبع يتغير نحو الأسوأ . فقد زادت نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون زيادة كبيرة ، كما زادت نسب الغازات الأخرى عن قبل . فمثلا زادت نسبة غاز أكسيد النيتروز بمقدار ٢٠٪ والميثان بنسبة تصل إلى ١٢٠٪ .

كذلك نلاحظ ظهور غازات أخرى لم تكن موجودة من قبل مثل غازات الكلوروفلوروكربون وهي غازات صناعية لم تكن موجودة في الهواء الجوي قبل عام ١٩٣٠م ، وتكون مع الغازات السابقة غطاء باعث للدفء على سطح الأرض ، وهو ما يعرف بتأثير الصوبه أو الظاهرة الصوبية .

ويبين شكل (١١) نسب هذه الغازات في الغلاف الجوي منذ عام ١٩٥٠م وحتى عام ٢٠٢٠م . ولو قارنا متوسط درجات الحرارة الآن عما كانت عليه في القرن الماضي ، لوجدنا أن هناك زيادة يصل مقدارها إلى ٠,٦°س ، ولو استمرت الزيادة بنفس المعدل نتيجة استمرار إنبعاث الملوثات إلى الهواء الجوي فسوف تصل إلى ٣°-٥°س في عام ٢١٠٠م .



شكل (١١) نسب الغازات الصوبية فى جو الأرض

فغازات الإحتباس الحراري امتصت كميات كبيرة من حرارة الشمس لُتبقى متوسط درجة الحرارة في جو الأرض حوالي ١٤°س . ولكن هذه الغازات تحبس الآن كميات متزايده من حرارة الشمس في الغلاف الجوي (التروبوسفير) وتمنعها من الإنطلاق للفضاء الخارجي .

ونتيجة لذلك يُتوقع ارتفاع متوسط درجة الحرارة عن المتوسط الحالي . وقد يظن البعض أن زيادة ٣°س أو ٤°س شيئا عادياً ولكن لو علمنا بأن الفرق بين

متوسط درجات الحرارة الآن ودرجات الحرارة فى العصر الجليدى لم يزد عن ذلك كثيرا ، فلنا أن نتصور ماذا سيحدث نتيجة لذلك الارتفاع .

وقبل أن ندخل في التفاصيل علينا أن نعرف نبذه عن الغازات المسببة لارتفاع درجة حرارة الجو (الغازات الصوبية أو غازات الاحتباس الحراري) .

* غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2)

تحدثنا في الفصل السابق عن هذا الغاز بإسهاب ، وهو ليس موجود في الغلاف الجوي فقط ، فنسبة وجوده في المحيطات والبحار أكبر بكثير من نسبة وجوده في الغلاف الجوي . فالمحيطات أكبر خزان لغاز ثاني أكسيد الكربون ، وهي تلعب دوراً مهما في تحديد نسبته في الغلاف الجوي عن طريق التبادل ، حيث تحتوي المحيطات على كمية هائلة منه قدرها مركز الدراسة الجيوكيميائية لأقسام المحيطات بالولايات المتحدة الأمريكية بـ ٦٧٠ ألف بليون طن ، وهو يساهم في ارتفاع درجة حرارة جو الأرض بنسبة كبيرة تبلغ ٥٥٪ تقريبا .

* غاز الميثان (CH_4)

ينطلق هذا الغاز من البرك والمستنقعات ولذلك يعرف بغاز المستنقعات ، كما ينطلق أثناء استخراج البترول من مكامنه ، وقد ازداد إنطلاقه إلى الجو مع زيادة التصنيع . وتزيد قدره جزيء الميثان على حبس الحراره عن قدرة جزيء ثاني

أكسيد الكربون بأكثر من خمس وعشرين مـرة ، وهـو يسـاهم فـى ارتفـاع درجـة حرارة جو الأرض بنسبة قدرها ٥٪ تقريبا .

* غاز أكسيد النيتروز (N_2O)

ينتج هذا الغاز بفعل بكتيريا التربـة التى تحلـل الفضـلات النباتيـة واحـتراق الأخشاب ، كما أن استخدام الأسمدة الكيميائية والتوسع فيهـا حديثـا عمـل علـى زيادة انبعاثه إلى الجو . وهو من الغازات التي لها القـدرة علـى البقـاء في الجـو لفـترة طويلة قبل أن يتحلل وذلك مثل مركبات الكلوروفلوروكربون . وحتى لـو لم تزيـد الكمية المنبعثة منه إلى الهواء الجوي عن المعدلات الحالية فسوف يبقى في جو الأرض لمدة تصل إلى أكثر من مائة عام كما يقول العلماء ، وبالتالي ستبقى درجـة حـرارة جو الأرض في ارتفـاع مستمر لمدة قرن على الأقل .

ولجزيء أكسيد النيتروز المقدرة على حبس الحرارة بقـدرة تبلـغ ٢٥٠ مـرة قدر ما لجزيء غاز ثاني أكسيد الكربون .

* غازات الكلوروفلوروكربون (C.F.C)

اكتشفت هذه المركبات في عام ١٩٣٠م على يد مهنـدس بـاحث بشـركة جنرال موتورز واستخدمها في مكيفات الهواء بالسيارات بدلا من غاز ثاني أكسـيد الكبريت والأمونيـا الـتي كـانت تسـبب تـآكل أنـابيب أجهـزة التكييـف ، وسـوف نتحدث عنها بالتفصيل عند حديثنا عن تآكل طبقة الأوزون .

وقد يتساءل البعض ولماذا يوجد الأوزون قريبا من سطح الأرض ؟ ومن أين يأتي ؟

من المعروف أن عوادم السيارات والملوثات المنطلقة من المصانع والأنشطة المختلفة على سطح الأرض تحتوي على المواد الهيدروكربونية وأكاسيد النيتروجين ، ونتيجة للتفاعلات الكيموضوئية (التفاعلات الكيميائية التي تنشط في وجود الضوء) تتسبب فى تكون الأوزون قريبا من سطح الأرض .

وعلاوة على كونه من الغازات الصوبية فإن له تأثيرات ضاره أخرى بالنسبة للكائنات الحية من إنسان وحيوان ونبات . وبنظرة سريعة عن أسباب إنطلاق هذه الغازات الصوبية نجد أن الحصول على الطاقة هو السبب الرئيسي لذلك ، خاصة أن الحصول على الطاقة يعتمد إعتمادا رئيسيا على الوقود الأحفوري وهو بالطبع وقود ملوث للبيئة .

ويقدر ما ينطلق إلى الجو من غاز ثاني أكسيد الكربون فقط باستخدام هذا الوقود بأكثر من ٢٠ بليون طن سنويا ، علاوة على انطلاق كميات كبيرة من غازات الميثان وأكسيد النيتروز ، لذلك فإن أول خطوه على الطريق لخفض درجة حرارة جو الأرض هي التحول إلى مصادر أخرى للطاقة لا تنتج عنها هذه الغازات الصوبية الضارة بالحياة على سطح الأرض (مثل طاقة الشمس – طاقة الرياح – المساقط المائية – الطاقة البيولوجية وطاقة باطن الأرض) .

مما سبق نجد أن الدول المتقدمة هي المسئولة الأولى عن زيادة معدل درجات الحرارة في جو الأرض ، ومن هذه الدول الولايات المتحدة الأمريكية ، والدول الأوروبية بما فيها دول الإتحاد السوفيتي السابق ، أما الدول النامية فلا تتسبب إلا في انبعاث قدر ضئيل من الغازات الصوبية ولكنها تسهم بنصيب وافر في ارتفاع معدل درجات الحرارة في جو الأرض من خلال إزالة الغابات كما في البرازيل وماليزيا وأفريقيا الإستوائية ، فإزالة الغابات تتسبب في زيادة غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو بنسبة لا تقل عن ٢٠٪ تقريبا .

لا يختلف علماء البيئة بشأن زيادة معدل درجات الحرارة في القرن الأخير ، لكن ما يثير الإهتمام هو تأثير ذلك الارتفاع على البيئة العالمية . يقول البعض أن زيادة معدل درجات الحراره ستؤدي إلى انصهار جليد القطبين وغرق مناطق كثيرة من العالم ، ويرى البعض الأخر من العلماء بأن البحار سينخفض مستواها . ويستند أولئك العلماء إلى براهين تعضد هذا الرأي ، ففي الحقبة البليستوسينية التي تمتد إلى مليون وستمائة ألف سنة تعاقبت على الأرض مراحل جليدية وأخرى دافئة تسع مرات ، تفاوتت فيها درجات الحرارة بشكل واضح .

ويرى أنصار ظاهرة الدفيئة أن انصهار جليد القطبين سيزيد إرتفاع مستوى مياه البحار بنحو ٢-٣ متر . لكن ذلك يتناقض مع آراء بعض العلماء الذين يرون أن زيادة معدلات درجات الحرارة في جو الأرض يتبعه ازدياد الثلوج في القطبين ، علاوة على أن هذا الأرتفاع في درجة الحراره سيؤدي إلى تبخر المياه من البحار

فتزداد السحب التي تعكس ضوء الشمس بعيدا عن الأرض وبذلك ستنخفض درجة حرارة جو الأرض . ولكن الإحتمال الأكبر الذي يؤيده غالبية العلماء هو ازدياد درجة حرارة جو الأرض ، فماذا يحدث نتيجة لذلك ؟

يعتقد العلماء بأن تأثير ارتفاع درجة حرارة جو الأرض سيشبه الحرب النووية الشاملة بما له من تأثيرات خطيرة واسعة المجال على النظم البيئية العالمية . فالغابات الموجودة الآن تتلاءم مع مدى ضيق من درجات الحرارة ، وزيادة درجة حرارة جو الأرض تعني زحزحة الغابات مسافات كبيرة شمالاً وجنوباً .

والكثير من الأراضي التي كانت مزروعة بالغابات ستصبح زراعية وبالتالي فإن الرعي الجائر للأراضي ضعيفة الخضره سيؤدى إلى زيادة قدرة الأرض الإنعكاسية (ظاهرة الألبيدو*) وهذا سيؤدي بالطبع إلى خفض نسبة الطاقة الشمسية الممتصة ، وسوف يؤدي إلى انخفاض معدل الأمطار وحدوث مجاعات في كثير من الدول التي يعتمد سكانها على مياه الأمطار لري أراضيهم .

كما أن التنوع البيولوجي الذي ساعدت أنشطة الإنسان المدمره على خفضه ، سيصبح هو الآخر ضحية أخرى لارتفاع درجة حرارة جو الأرض . ففقد

---

* ظاهرة الألبيدو : هي درجة إرتداد الموجات الحرارية الشمسية (الاشعة تحت الحمراء) نحو الفضاء الخارجى وهى تزداد مع زيادة السطوح المعراه من الغطاء النباتى وتقل مع السطوح المغطاه بالنباتات . فالعلاقة بين الغطاء النباتى والألبيدو علاقة عكسية فكلما قل الغطاء البناتى زادت درجة الألبيدو وقلت كمية الحرارة التى تمتصها الأرض والعكس صحيح .

الغابات والأراضى الرطبة سيفقد العالم أنواعا كثيرة من الكائنات الحية دام وجودها آلاف السنين ولن تستطيع التأقلم السريع مع درجات الحرارة الجديدة . وبما أن هذه الأنواع مرتبطة بعضها ببعض على هيئة شبكه ، فمن المحتمل أن تختفي نظم أيكولوجية بأكملها . ويقدر العلماء عدد أنواع الأحياء التي ستهلك يوميا بخمسين نوعاً نتيجة ارتفاع درجة حرارة جو الأرض ، وذلك إما أن يكون بسبب اختفاء المناطق التي تعيش فيها هذه الأحياء أو نقص كمية الغذاء أو ظهور أمراض فتاكه لم تكن موجوده قبل ذلك .

من المتوقع أيضا أن تواجه مناطق قاحلة أو شبه قاحلة كثيرة عجزاً شديداً في المياه عند ارتفاع درجة حرارة جو الأرض وبالتالي سوف يؤثر ذلك على مخزون المياه الجوفية مما سيزيد فترات الجفاف فتضطرب النظم الزراعية في كثير من بلدان العالم ، كما أن تغير نظام نزول المطر فوق سطح الأرض سيؤثر في معدلات الإنتاج الزراعي مما سيكون له تأثير واضح على سكان هذه المناطق .

وسوف يؤثر ارتفاع درجة حرارة جو الأرض بالتالي على أسعار الغذاء في العالم فتتجه للإرتفاع ، ومع الزيادة الهائلة فى عدد السكان تكثر المجاعات وتتعرض أرواح الملايين للخطر .

أما التنبؤ بارتفاع مستوى مياه سطح البحر فربما سيكون أخطر نتائج تسخين جو الأرض ، فسوف يزيد الماء في المحيطات عندما يدفأ كما أن التسخين سيعمل على انصهار جليد القطبين الشمالي والجنوبي مما قد يؤدي إلى ارتفاع

مستوى مياه البحار بمقدار يتراوح بين المتر والمترين بحلول نهاية القرن الحادي والعشرين .

ولو أخذنا البحر الأبيض المتوسط كمثال ، فسوف نرى أن ارتفاع مستوى مياه سطح البحر من جهة علاوة على نقص المياه العذبة من جهة أخرى ومع زيادة عدد السكان من جهة ثالثة - كل ذلك سوف يؤدي إلى ما يلي :

- في مصر مثلا ، تمثل دلتا النيل مأوى لحوالي ٥٠٪ من سكان مصر ، ٦٠٪ من الإنتاج السنوي لمصر من الأسماك ، وغالبية الأراضي الزراعية توجد في دلتا النيل ، ويرى العلماء أن زيادة ارتفاع مستوى مياه البحر بمقدار متر واحد كافٍ لغمر الأراضى الزراعية في محيط ٣٠ كيلومتراً من الشاطىء مما يؤثر على باقي الأراضي الزراعية الخصبة ، وحياة ملايين السكان .

- هناك مناطق كثيرة على سواحل البحر المتوسط سوف تتعرض فيها المدن والمصايف للغرق مثل مدن شمال مصر والجزائر وتركيا ولبنان ومالطا وجزيرة قبرص ، بالإضافة إلى كثير من المدن .

- ستعاني بعض الأنهار من نقص في المياه ، وتعاني أنهار أخرى من الفيضان نتيجة زيادة الأمطار ، ففي الحالة الأولى سيحدث جفاف وتصحر للأراضي الزراعية بينما في الحالة الثانية ستحدث فيضانات مدمره بصورة رهيبة وفي مساحات واسعة خاصة في بنجلاديش وفيتنام وتايلاند .

ويؤكد خبراء البيئة أنه بصورة عامة لكي نتلافى هذه الأخطار لابد من تقليل معدل حرق الوقود الأحفوري والخفض التدريجي لإنتاج أو استخدام غازات الكلوروفلوروكربون ، ودعم الجهود الدولية المبذولة لحماية الغابات الإستوائية وتشجيع استخدام الطاقات النظيفة غير المنتجة للملوثات والغازات الصوبية وذلك مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وغيرها .

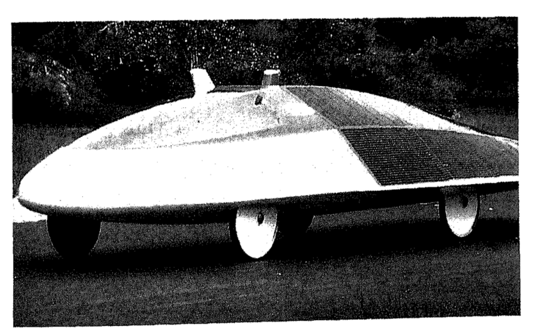
ولكن كيف يمكننا التقليل من الإنبعاثات الكربونية على مستوى العالم ؟ أو بمعنى آخر كيف نتدارك ونعمل على تقليل زيادة معدل درجات حرارة جو الأرض ؟

فى الحقيقة هناك الكثير من الطرق التي يمكننا اتباعها لتخفيض الإنبعاثات الكربونية للغلاف الجوي وبالتالي المساهمة إلى حد كبير في الإبقاء على المعدل الحالي لدرجات الحرارة في جو الأرض مثل :

(أ) تحسين كفاءة الأجهزة الكهربائية ، فمحطات توليد القوى الكهربائية في العالم تستخدم من الوقود الأحفوري حوالي بليون ونصف بليون طن سنويا وكما نعلم فالكهرباء تستخدم لأغراض كثيرة وسنأخذ أبسط هذه الاستخدامات وهو الإضاءة كمثال : فعند استخدام مصابيح الهيليوم نجد أنها تستهلك ١٨واط فقط ولكنها تعطي شدة الإضاءة نفسها التي يعطيها مصباح متوهج قدرته ٧٥واط . ويمكن إتباع هذا الأسلوب في كثير من الاستخدامات للأجهزة الكهربائية مما سيخفض إستهلاك الكهرباء بنسبة

كبيرة ، وبالتالي عدم استخدام الوقود بالصورة الموجود عليها الآن ، ويترتب على ذلك تقليل الإنبعاثات الكربونية .

(ب) أعداد السيارات الموجودة بالعالم الآن تنفث إلى الجو سنوياً حوالى ٦٠٠ مليون طن من غاز ثاني أكسيد الكربون أى حوالى ١٠٪ من إجمالى التلوث من الوقود الأحفورى ، وسوف تزيد هذه الإنبعاثات بحلول القرن الحادي والعشرين لزيادة أعداد السيارات ، ولكن بتطوير نماذج السيارات وتثبيت عددها بأقصى حد ممكن وذلك بتحسين النقل الجماعي أو استخدام الدراجات فى المسافات القصيرة كما في بعض الدول المتقدمة ، فإن نسبة هذه الإنبعاثات الناتجة عن السيارات ستقل كثيراً .



شكل (١٢) سيارة تسير بالطاقة الشمسية

(جـ) استخدام الطاقات النظيفة سيساعد على خفض الانبعاثات الكربونيـة إلى الهـواء الجـوى بنسـبة كبـيرة جـداً . فالريـاح مثـلا هـي إحـدى مصـادر الطاقة المتجددة والتى يمكن تطويرها لإنتاج الكهرباء المسـتخدمة فـى كثـير من نواحى الحياة المختلفة . فمزارع الرياح (تجمعات طواحين الهـواء التـى تعمل بطاقة الرياح) بدأت فى الظهور في كثير من البلـدان ، فقـد أنتجـت فى ولاية كاليفورنيا وحدها سنة ١٩٨٩م حوالى بليـون كيلـواط/سـاعة * فى حين كانت تكلفتها الاقتصادية زهيدة جـدًا . وبحلـول منتصـف القـرن الحادي والعشرين يمكن لطاقة الرياح أن تمدنـا بحـوالى ١٠٪ مـن الكهربـاء المستخدمة فى العالم .

(د) هناك أيضا اسـتخدام الكتلـة الحيويـة كمصـدر للطاقـة النظيفـة ، فيمكـن استخدام القمامة كمصدر لهذه الطاقـة . ففـى بعـض البـلاد الناميـة أمكـن الحصول على الطاقة من الكتلة الحيوية مع الأخذ فى الاعتبـار تحذيـر بعـض العلماء من أنها تنفث للهواء بكميات كبيرة من الملوثات ، ولكـن بـالإدارة الحذرة الدقيقة والتحويل الفعال يمكن القيام بدور كبير فى انتاج الطاقة مـن القمامة بدلاً من الوقود الأحفورى كما أنها تتميز برخص تكاليفها . وعند استخدام بلاد كثيرة للكتلة الحيوية كوقود ، كـانت الملوثـات التـى تنطلـق للغلاف الجوي أقل بكثـير مـن تلـك التـى تنطلـق نتيجـة اسـتخدام الوقـود

---

* مقالة عن طاقة الرياح – مجلة فورم ، يونيه ١٩٨٩م روبرت لينيت .

الأحفوري . ومن أمثلة الوقود فى الكتلة الحيوية غاز الميثان المتولد عن النفايات المطموره . كذلك أمكن استخدام الكحول الإيثيلى كوقود للسيارات كما حدث فى البرازيل حيث يستخرج حوالى ٧٢ مليون برميل كحول إيثيلى من قصب السكر سنوياً فيوفر ٦٠٪ تقريبا من وقود السيارات هناك . كما قامت الولايات المتحدة الأمريكية فى عام ١٩٨٨م باستخراج ٢٠ مليون برميل كحول أيثيلى من مخلفات نبات الذرة . وذلك بالطبع يعمل على تخفيض الإنبعاثات الكربونية بدرجة كبيرة للغلاف الجوي ، كذلك تم إنتاج الوقود الكحولى من مصادر أخرى مثل النفايات الزراعية والمنزلية .

كما توجد مصادر للطاقة الحرارية الأرضية في بلاد كثيرة أمكن استغلالها فى توليد الكهرباء ، وهي طاقة نظيفة وغير مكلفة ، وفى نفس الوقت لا ينبعث عنها أى ملوثات للغلاف الجوى .

(هـ) الطاقة الشمسية وهى أفضل مصادر الطاقات المتجددة وأنظفها ، وقد كانت الولايات المتحدة الأمريكية وألمانيا الغربية رائدتان فى هذا المجال . فقد تم الحصول على الكهرباء تجاريا سنة ١٩٨٤م حيث أمكن تحويل ٢٢٪ من ضوء الشمس إلى كهرباء ، كما استخدم الغاز الطبيعي كمصدر للطاقة عند غياب الشمس ، ففى السويد استخدم هذا النوع من الطاقة فى إضاءة المدن ، وفى دولة الإمارات العربية المتحدة استخدمت فى إضاءة مصابيح الإناره بالشوارع ، وفى الكويت تمت محاولات ناجحه لذلك

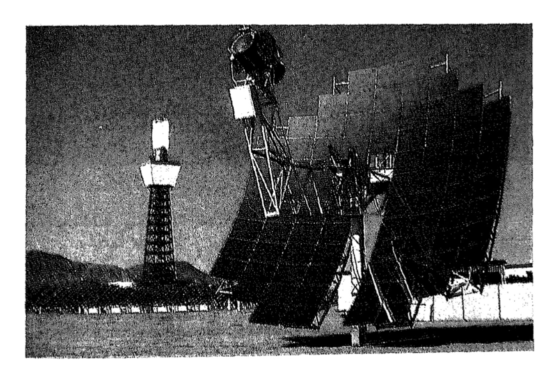


شكل (١٣) مزارع الرياح لتوليد الطاقة الكهربائية

ولكنها على ما يبدو توقفت مؤقتا بعد الغزو العراقى لدولة الكويت . وقد تقدمت مصر كثيرا فى هذا المجال .

وقد أمكن استخدام الخلايا الشمسية التى تحول ضوء الشمس إلى طاقة كهربائية مباشرة وبذلك يتم الحصول على الكهرباء فى المناطق النائية بتكلفة قليلة وبدون ملوثات ، ونحن نرى الآن استخدامات عديدة للطاقة الشمسية مثل

السخانات الشمسية لدرجة أمكن معها تكييف المنازل والمدارس ، وقد حبانا الله في البلاد العربية بكمية وافرة من ضوء الشمس قلما توجد في أى مكان بالعالم ، وعلينا أن نستغلها الاستغلال الأمثل لبناء محطات كبيرة لتوليد الطاقة الكهربائية تعمل بالطاقة الشمسية ، أو باستخدام الطاقة الشمسية لتحليل الماء كهربائيا ثم استغلال الهيدروجين الناتج لتسيير السيارات ، وبذلك نحصل على مصادر متجددة للطاقة النظيفة التى لا يحدث منها أى انبعاثات كربونية للهواء الجوي .



شكل (١٤) استخدام الطاقة الشمسية فى توليد الكهرباء

(و) لو نظرنا إلى مجموعة الغـازات الكلورفلوروكربونيـة نجدهـا تسـبب ٢٤٪ تقريبا من التأثير الصوبى ، لذلك فالاستغناء عنهـا هـو أول خطـوة لإبطـاء ارتفاع معدل درجة حرارة جـو الأرض . وقـد بـدأت بعـض الـدول فعـلا بالاستغناء عن هذه الغازات فـى رشاشـات الأيروسـول ، وبـدأت الجهـود الدولية لتقييد أو الحد من استخدامها تؤتى ثمارها . وكان بداية ذلك مؤتمـر مونتريال عام ١٩٨٧م والذى عقد من أجل هذا الغرض .

وليس الهدف من الاستغناء عن هذه الغازات هو إبطاء تسخين جـو الأرض فقط ، ولكن أيضا لحماية طبقة الأوزون الســتراتو سـفيرى التـى تحمـي الأرض مـن مرور الأشعة فوق البنفسجية إلا بقدر معين ، وقد حاولت كثير من الدول استبدال هذه الغازات بغازات أخرى ليس لها التأثير الصوبى أو التأثير علـى طبقـة الأوزون ، ونشرت وكالة **London Press Service** أخيرا ، أن مجموعة من الباحثين البريطـانيين تمكنوا من ابتكار غاز جديد يستخدم فى التبريد لا يضـر بطبقـة الأوزون وليـس لـه تأثيرات صوبيه ، بديلا عن غازات الكلوروفلوروكربون . وتتمثل عملية إنتاج الغاز الجديد والذي يسـمى **KLEA 1340** بخطوتـين تفـاعليتين لثلاثـى كلوريـد الإيثيلـين ومحلول صناعى مع غاز فلوريد الهيدروجين ، وقد تم استخدام هذا الغاز الجديد فـى بعض الدول مثل الولايات المتحدة الأمريكية واليابان .

(س) هناك وسيلة هامة لتقليل الإنبعاثـات الكربونيـة للغـلاف الجـوي ، وهـى التشـجير ، واسـتغلال الغابـات لتعمـل علـى امتصـاص غـاز ثـاني أكسـيد الكربون ، فالأشجار المزروعة هى خير وسيلة للتخلص من تراكـم الغـاز ،

وقد نفـذ هـذا المشروع فعلاً فـى كـل مـن الولايـات المتحـدة الأمريكيـة وجواتيمالا لموازنة غازات الكربون المنبعث من محطات الطاقـة . وقـد قـدر العلمـاء أن عـدم إزالـة الغابـات ولـو فـى أربعـة دول فقـط مثـل الـبرازيل وأندونسيا وكولومبيا وساحل العـاج يمكـن العـالم مـن خفـض الانبعاثـات الكربونية بمـا يزيـد عـن ٢٠٪ تقريبـا ، فإزالـة الغابـات الاسـتوائية تضيـف كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون للجو (الذى كان سيسـتخدم فـى عملية البناء الضوئى) ربما تعادل ما ينبعـث إلى الهـواء الجـوى مـن احـتراق الوقود الأحفوري . فالبرازيل مثلا تسهم بحوالى ٣٣٦ مليون طن مـن غـاز ثانى أكسيد الكربون سنويا نتيجة لإزالة الغابـات بهـا ، أى مـا يزيـد على ستة أمثـال ثـانى أكسـيد الكربـون المنبعـث فيهـا نتيجـة حرقهـا للوقـود الأحفورى* كذلك إندونيسيا وكولومبيا تشبهان إلى حد كبير البرازيل فـى ذلك . ويقول علماء الوكالة الأمريكية لحمايـة البيئـة أن تثبيـت نسـبة غـاز ثانى أكسيد الكربون فى الجو عند المستوى الحالى يستلزم خفض الانبعاثات الكربونية بنسبة تتراوح بين ٥٠-٨٠٪ مما هى عليه الآن .

وهذا كـاف ليس لإيقـاف التغـير المنـاخى المنتظـر ولكـن فقـط لإبطائـه ، .وبالطبع ستشمل تأثيرات ارتفاع معدل درجة حـرارة جـو الأرض جميـع الكائنـات الحية ، فسوف تختفى كثير من الحشرات التى لا يمكنها التأقلم مـع الحـرارة المرتفعـة

* ارتفاع درجة حرارة الأرض استراتيجية عالمية لإبطائه – الدار الدولية للنشر – القاهرة ١٩٩١م كريستوفر فلافين .

فى حين تتحور حشرات أخرى . وسوف يؤدي الازدياد فى معـدل درجة حـرارة جو الأرض إلى انخفاض الإنتاج الغذائى مما سيترتب عليه ظهور أمراض سوء التغذيـة خاصة فى البلدان الفقيرة ، وسوف تنتشر الأوبئه فى مناطق لم تكـن موجـودة فيهـا من قبل ، ومن بين الأمراض المفترض انتشـارها فـى العـالم مـرض الملاريـا وكذلـك الحميات المنتشرة الآن فى المناطق الاستوائية .

الفصل السابع

التلوث الناتج عن السيارات والطائرات

ان اختراع السيارة يعتبر من أروع الأحداث فى تاريخ البشرية ، فهى من أحسن وسائل النقل التى حققت للإنسان حرية الحركة والانتقال* وأصبحت غاية كل إنسان أن يدفع الثمن الغالى لاقتنائها ، إلا أنه لا يدفع ذلك فقط ولكنه يدفع أيضا من صحته وأعصابه وسلامة بيئته ، خاصة بعد أن اكتظت الشوارع والطرقات بسيارات ذات أشكال وأحجام متنوعة لدرجة أن أصبحت المدن مزدحمه إلى حد الإختناق . بيد أن مشكلة الإزدحام يمكن حلها بإنشاء الطرق السريعة والكبارى والأنفاق ومواقف السيارات المتعددة الأدوار .. الخ . ولكن هناك مشكلة أكبر وأعمق من مشكلة الإزدحام تمس حياة كل إنسان ألا وهى مشكلة تلوث الهواء الجوى بعوادم هذه السيارات .

* تلوث البيئة ، الهيئة العامة للتعليم التطبيقى والتدريب – الكويت ١٩٨٤ د.محمد عبدالسلام عراقى ، د.عبدالمنعم مصطفى مصطفى .

وتعتبر عوادم السيارات من أكبر ملوثات البيئة ، فمن خلالها ينطلق :

- غاز ثانى أكسيد الكربون الذي يزيد من نسبة الغازات الصوبية فى الجو ويسبب تكون الضباب الدخانى ، فعند عمل محركات السيارات يحترق الوقود ويتأكسد إلى ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء وباقى الملوثات ، وبعض الجزيئات العضوية الداخلة فى تكوين الوقود والتى لم تتأكسد أكسدة تامة ، تنطلق كلها إلى الغلاف الجوي ، وعند تعرضها للأشعة فوق البنفسجية يحدث بين مكونات هذه المواد تفاعل كيموضوئى ينتج عنه الضباب الدخانى الذي يبقى معلقاً فى الهواء مسببا تكون سحابة منه فوق المدن ، ويعمل على الإصابة باحتقان الأغشية المخاطية المبطنة للجهاز التنفسى والسعال ، وقد يؤدى إلى الإختناق والوفاة . وتعتبر مدينة كالقاهرة من أكثر المدن فى الشرق الأوسط التى يظهر فى أجوائها الضباب الدخانى .

- أكاسيد النيتروجين التى تتفاعل مع بعض مكونات الغلاف الجوى مكونة الأمطار الحمضية . وأهم هذه الأكاسيد أول أكسيد النيتروجين NO وثانى أكسيد النيتروجين NO_2 ، ويوجدان فى الجو بنسبة ٣٠٤ جزء فى البليون ولكن تركيز هما يزداد فى هواء المدن المزدحمة بالسيارات لانطلاقهما مع العوادم نتيجة احتراق الوقود عند تشغيل المحركات . وعند درجات الحرارة المرتفعة تتحول جزيئات الأكسجين العادى إلى أكسجين ذرى

حيث يتفاعل الأخير مع غاز النيتروجين مكونا غاز أول أكسيد النيتروجين ونيتروجين ذرى يتفاعل بدوره مع الأكسجين العادى ليكون غاز أول أكسيد النيتروجين أيضا .

$$O_2 \longrightarrow 2O$$

$$O + N_2 \longrightarrow NO + N$$

$$N + O_2 \longrightarrow NO + O$$

وقد بلغ وزن غازات أكاسيد النيتروجين الناتجة عن عوادم السيارات حوالى ١٧مليون طنا عام ١٩٦٨ فقط* ، وبالطبع فإن هذه الكمية إزدادت الآن كثيرا عن ذلك . وهذه الأكاسيد سامه لأنها عندما تدخل مع هواء التنفس إلى الرئتين تتحول إلى حمض النيتريك وتحدث التهابات رئوية .

- غاز أول أكسيد الكربون الذي يتصاعد نتيجة احتراق الوقود فى محركات السيارات ، ومن المعروف أن عوادم السيارات هى المصدر الرئيسى لتلوث الهواء بهذا الغاز ، وتتناسب كمية الغاز المنطلقة تناسباً عكسياً مع سرعة السيارة ، فكلما زادت سرعتها قلت نسبة الغاز المنطلق للهواء الجوى

---

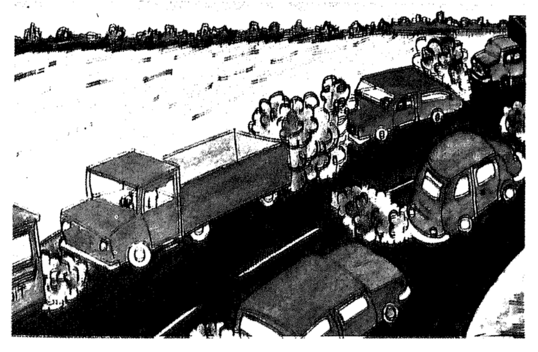
* نحو بيئة أفضل - مفاهيم قضايا - استراتيجيات - دار الثقافة الدوحة قطر ١٩٨٥ د.سعيد الحفار .

والعكس صحيح ، لذلك فإن تركيز أول أكسيد الكربون داخل المدن أكثر منه فى الطرق الخارجية (السريعة) .

ولهذا يتصف هواء المدن المزدحمة بالسيارات مثل نيويورك والقاهرة ولندن وباريس باحتواء أجوائها على هذا الغاز ، وقد تصل نسبته فى مدينة كالقاهرة فى أوقات الذروة إلى ٤٠٠ جزء من المليون . ولك أن تتصور خطورة ذلك إذا علمت أن قدرة نقل غاز الأكسجين بواسطة هيموجلوبين كرات الدم الحمراء تقل بمعدل ١٥٪ عندما يتعرض الإنسان لمدة نصف ساعة لجو يحتوى على ٣٠٠ جزء فى المليون من غاز أول أكسيد الكربون ، ويسبب هذا الغاز أعراضاً مرضية شديدة مثل الصداع والغثيان وآلام المعدة وارتخاء العضلات وفقد الوعى ثم الموت .

- غاز ثانى أكسيد الكبريت ينطلق إلى الغلاف الجوى مع عوادم السيارات وذلك لأن وقود السيارات يحتوى على نسبة من الكبريت (تختلف هذه النسبة من بلد لأخر) . ولذلك يتفاعل الأكسجين مع الكبريت داخل المحرك مكونا أكاسيد الكبريت التى تنطلق إلى الهواء الجوى مسببة تلوثه ، كما أن هذه الأكاسيد تتفاعل مع بخار الماء والأكسجين (من مكونات الهواء الجوى) مكونة حمض الكبريتيك الذى يسبب أضراراً جسيمة بالمتلكات كما يسبب التهابات خطيره فى الجهاز التنفسي .

ويحتوى هواء المدن المزدحمه على نسبة عالية من غاز ثاني أكسيد الكبريت الذى يذوب فى بخار الماء الجوى مكونا الضباب الحمضى الذى يقوم بدور فعال فى التأثير على المبانى والآثار والمنشآت .



شكل (١٥) عوادم السيارات تلوث الهواء الجوى

- ينطلق الرصاص أيضا إلى الهواء الجوى على هيئة أكاسيد وكربونات ويترسب الرصاص على النباتات ويسقط على الأغذية ومنها ينتقل إلى الإنسان وبقية

الكائنات التـى تتغـذى علـى هـذه النباتـات ، كذلـك يصـل الرصـاص إلى الأجهزة التنفسية للكائنات الحية فيسبب الكثير من الضرر .

وقـد وجـد أن كميـات الرصـاص التـى تنطلـق إلى جـو المـدن المزدحمـة بالسيارات تزيد عن المعـدل الطبيعـى المسـموح بـه عالميـاً وهـذا يرجـع إلى إضافته للوقود لتحسـين كفـاءة البـنزين المسـتخدم فـى السـيارات ، ولهـذا أجريت بحوث عديدة انتهت بإضافة مـادة رابـع إيثيـلات الرصـاص **Lead tetra Ethyl** بكميات صغيرة للبنزين ، حيث ثبت أن هذه المادة تحقق رفـع نسبة الإنضغاط للغازات الهيدروكربونيـة مـع الهـواء الجـوى قبـل احتراقهـا بواسطة الشرارة الكهربائية ، لأنها ترفع رقـم أوكتين البنزين* ويترتـب علـى ذلك أن تقل ظاهرة الخبط والفرقعة Back fire فى البنزين المضاف إليه رابـع إيثيلات الرصاص ، وأصبحت هذه الإضافات مـن العوامـل الأساسـية فـى تطوير السيارات حيث ساعدت علـى زيـادة معـدلات الإنضغـاط العاليـة وبالتالى قوة وسرعة السيارة .

ويظن البعض أن السيارات التى تعمل محركاتها بالديزل أكـثر تلويثـا للبيئـة من تلك التـى يسـتخدم البـنزين فيهـا كوقـود ، والحقيقـة ليسـت كذلـك فالسيارات التى تعمل بالديزل كوقود تسبب نسبة ضئيلة من التلوث بـأول

---

* رقم الأكتين هو مقياس عددى يعبر عن الخصائص المانعة للخبط والفرقعة فى الوقود ، وكلما زاد هذا الرقم تحسنت خواص احتراق البنزين .

أكسيد الكربون ولكن انبعاث أكاسيد النيتروجين يكون أكثر بعض الشيء عن الأخرى التى تعمل بالبنزين ، كما أن وقود الديزل أقل تطايرًا من البنزين ولذلك تقل الكمية المنبعثه إلى الغلاف الجوى بواسطة عملية التبخير ، فالعادم الناتج من مركبات الديزل يسبب مشكلة للإنسان فى الدخان والرائحة المنطلقه للهواء فقط . والأهم من ذلك أن وقود الديزل لا يحتوى على إضافات من الرصاص ولذلك لا ينبعث مع العادم أى مركبات للرصاص مما لا يسبب تلوث البيئة بهذا الملوث الخطر .

- مشتقات البنزوبيرين Benzopyrine وهى تنشأ عن الأحتراق غير الكامل فى محركات السيارات وخاصة تلك التى يستعمل فيها المازوت (الشاحنات) ومشتقات البنزوبيرين مواد خطره تسبب مرض السرطان بالجلد والجهاز التنفسى .

- مادة الكادميوم المضافة للمطاط عند صناعته والتى تنبعث للهواء الجوى نتيجة احتكاك الإطارات بأسفلت الشوارع فتنتشر مسببه الأمراض (سبق الحديث عن الكادميوم فى فصل سابق) .

- مادة الأميانت التى تدخل فى صناعة الكوابح (الفرامل) والتى تتصاعد إلى الغلاف الجوى نتيجة تآكل كوابح السيارات بتأثير الأحتكاك حيث يسقط غبار هذه المادة على الأرض ويتطاير فى الهواء ليستنشقه الإنسان عن طريق الجهاز التنفسى فيدخل للرئتين مسببا حدوث سرطان القصبة الهوائية .

ولا يقتصر ضرر التلوث من السيارات على ما سبق ذكره ، ولكن هناك التلوث الصوتى (الضوضائى) وتأثيراته السيئة على الكائنات الحية عموما خاصة على صحة الإنسان وجهازه العصبى حيث يجعل سكان المدن فى حالة توتر وقلق ... وسوف نتحدث عن ذلك بالتفصيل فى فصل قادم .

ومما يزيد من خطورة هذه الملوثات أنها تنطلق فى الطبقة السفلية من الغلاف الجوى التى توجد بها الكائنات الحية ولذلك تنطلق بسرعة إلى أجسامها وتفسد المنشآت .

ولو علمنا أن السيارة المتوسطه الحجم تطلق كمية من العادم تقدر بحوالى ٢٠مترا مكعبًا كل ساعة * لنا أن نتخيل الكميات الهائلة من المواد الملوثة للغلاف الجوى التى تنطلق من السيارات وكم هى نقمة على البشرية بقدر ماهى مفيدة ولا نستطيع الأستغناء عنها .

وبينما تقوم السيارات بتلويث البيئة وخاصة طبقة الهواء القريبة من الأرض تعمل الطائرات على تلويث الهواء فى طبقة الستراتو سفير حيث تطلق هى أيضا كميات كبيرة من الملوثات الغازية والصلبة أهمها أكاسيد النيتروجين التى تتفاعل مع غاز الأوزون بهذه الطبقة مسببه تدميرها ولنا أن نتصور مدى خطورة ذلك حيث إن هذه الطائرات خاصة الأسرع من الصوت تطير فى طبقة الستراتو سفير .

---

* البيئة والأنسان –دراسة فى مشكلات الأنسان مع بيئته ، دار البحوث العلمية – الكويت ١٩٩٢ د.زين الدين عبدالمقصود .

وقد أمكن فى الطرازات الحديثة من السيارات التحكم إلى حد كبير فى منع انطلاق الهيدروكربونات من محركاتها باستخدام نظام يعيد هواء التهوية إلى مدخل المحرك بدلاً من طرده للجو .

وليس من المرجح أن تصبح السيارة الكهربائية إقتصادية فى القريب العاجل حيث إنها تحتاج إلى أجهزة أكثر فعالية فى اختزان وتحويل الطاقة الكهربائية كأنواع جديده من البطّاريات وخلايا الوقود . كذلك إجراء تحسينات على وسائل التحكم والمحركات الصغيرة ، لذلك فالسيارات الكهربائية تستخدم فى بعض الأغراض الخاصة ولمسافات قصيرة .

وللحد من كمية الملوثات المنبعثة مع عوادم السيارات يجب مراعاة مايلى :

١ - أن يتم الكشف على السيارات قبل الترخيص باستعمالها أو تجديد رخصها .

٢ - مطابقة السيارات المستوردة للمواصفات المعمول بها فى الدول المنتجة من حيث تزويدها بأجهزة الإقلال من الملوثات الغازية المنبعثه مع العادم وذلك من خلال :

- تزويد السيارات بوسائل تعيد البنزين الذى لا يحترق إلى المحرك ثانية ليتم احتراقه ، وذلك بضخ كمية زائدة من الهواء مع الوقود فى المحرك فينتج عن ذلك ارتفاع كفاءة الإحتراق ليعمل على إزالة كثير من الملوثات .

- ضخ الهواء فى مجموعة العادم حيث درجة الحرارة فى هذه المنطقة عالية جداً ، فيحترق الوقود غير المحترق عندما يختلط بالهواء .

- وضع شمعة احتراق (بلاك) فى مجموعة مجرى العادم ، فتعمل الشرارة الصادرة من الشمعة على إشعال غازات العادم والوقود غير المحترق . ومن الغازات التى تشتعل أول أكسيد الكربون الذى يتحول إلى غاز ثانى أكسيد الكربون الأقل خطورة .

٣ - الاتجاه إلى إستخدام أنواع جديدة من الوقود مثل الغاز الطبيعى ، وهو أقل تلويثا للبيئة من البنزين ، وكذلك إستخدام الكحول كما فى البرازيل وذلك لتقليل الملوثات المنبعثة للهواء الجوى .

٤ - تطوير السيارة الكهربائية التى تعمل بالطاقة الشمسية وقد أنتجت بعض شركات السيارات مثل B.M.W ، ورينو هذه السياره وتم تجربتها وهى الآن تحت التطوير . التوسع فى عملية تشجير المدن حيث أن الاشجار تعمل كمصافى للملوثات التى تنطلق من عوادم السيارات .



شكل (١٦) السيارة الكهربائية

الفصل الثامن

تدمـــير طبقـــة الأوزون

﴿ وجلعنا السماء سقفاً محفوظاً وهم عن آياتها معرضون ﴾
﴿ الأنبياء ٣٢ ﴾

*** مقدمة**

عقد مؤتمر **مونتريال** بكندا فى سبتمبر ١٩٨٧م تحت رعاية الأمم المتحدة ، حيث وقعت ٤٩ دولة على وثيقة تم بمقتضاها تخفيض إنتاج المواد الكيميائية التى تتسبب فى تدمير طبقة الأوزون . ومنذ ذلك اليوم عرف العالم لأول مرة كيف يهتم رجال السياسة بأمور البيئة ، وبالطبع لم يكن ذلك مبادرة منهم ولكن كان بضغط وإلحاح من علماء البيئة ، وكانت هذه هى بداية الصحوه العالمية لمجابهة الأخطار التى تحيق بالحياة على الأرض . وقد عقد قبل هذا المؤتمر اجتماع تمهيدى بفيينا فى مارس ١٩٨٥م لمناقشة هذه المشكلة أيضا .

فما السبب ياترى لعقد مثل هذه المؤتمرات الدولية ؟

كانت بداية المشكلة عام ١٩٨٢م عندما إكتشفت بعثه علمية بريطانية نضوب غاز الأوزون فوق القارة القطبية الجنوبية (إنتاركتيكا) ولاحظوا أن هذا

النضوب يحدث فى الربيع بعد عودة الشمس عقب الليل القطبى الطويل ثم يعود إلى وضعه الطبيعى فى الصيف (نشر هذا الخبر فى مجلة Nature فى مايو ١٩٨٥ لأول مرة) ، وأطلقوا على هذا النضوب " **ثقب الأوزون** " . وكان بمساحة تعادل مساحة الولايات المتحدة الأمريكية . واعتقد العلماء أن نضوب الأوزون يرجع لزيادة فى نشاط البقع الشمسية بهذه المنطقة ، إلا أنهم سرعان ما اثبتوا بالبرهان أن نضوب الأوزون إنما يرجع للتلوث الهوائي . وقد توالت البعثات العلمية التى أرسلتها وكالة (**NASA** *) للفضاء إلى القارة القطبية الجنوبية والتى أكدت وجود الثقب وأثبتت أنه ناتج عن وجود ذرات الكلور فى طبقة الستراتوسفير ، وهذه الذرات ناتجة عن تحلل غازات الكلوروفلوروكربون (C.F.C) حيث تقوم بتحطيم جزيئات الأوزون بدرجة كبيرة .

بدأت الدراسات فى ربط العلاقة بين مركبات الكلوروفلوروكربون وبين وجود هذا الثقب ، وكان هناك تطابقا فى النتائج التى توصل إليها فريق العمل البريطانى وما قام به فريق العمل فى وكالة (**NASA**) وهذه النتائج هى بداية اهتمام العالم بالمشكلة . فلماذا أثيرت كل هذه الضجة حول الثقب ؟ ولماذا اعتبر مشكلة عالمية ؟ وما هى الاحتياطات الواجب اتخاذها لنقلل من هذا الخطر المدمر ؟

---

* (**NASA**) هو اختصار لإسم وكالة أبحاث الفضاء الأمريكية National Aeronautics and Space Administration

* الأوزون (o_3)

الأوزون غاز أزرق باهت سام ، ذورائحة مميزة ، يتكون جزيئه من ثلاث ذرات أكسجين "O_3" وهو يتكون بشكل طبيعى نتيجة التفريغ الكهربائى الناتج عن البرق أو بتأثير الأشعة فوق البنفسجية على الأكسجين العادى فى طبقة الستراتوسفير ، كما يتكون من جراء نشاطات الإنسان فى طبقة التروبوسفير بواسطة التفاعلات الكيموضوئية .

ومن حكمة الله سبحانه وتعالى أنه إذا وجد الأوزون فى طبقة التروبوسفير يكون ضاراً بالحياة ، بينما وجوده فى طبقة الستراتو سفير أمر ضرورى لحماية الحياة واستمرارها فى الأرض ، ومن المعروف أيضا أن التلوث الهوائى يعمل على زيادة غاز الأوزون فى طبقة التروبوسفير ونقصانه فى طبقة الستراتوسفير .

وكما نعلم فالأوزون التروبوسفيرى يتكون نتيجة سلسلة تفاعلات كيموضوئية من إنبعاثات المواد الهيدروكربونية وأكاسيد النيتروجين المنطلقة بعوادم السيارات وغازات الأنشطة الصناعية ، والأوزون غاز صوبى بالإضافة لتأثيراته السيئة على الكائنات الحية كما علمنا فى فصل سابق . بينما يتكون الأوزون فى طبقة الستراتوسفير نتيجة تأثير الأشعة فوق البنفسجية على الأكسجين الجوى حيث تنحل بعض جزيئاته بتأثير هذه الأشعة إلى ذرات نشطة ، ثم تتحد بعض هذه الذرات مرة أخرى مع جزيئات الأكسجين العادى مكونة غاز الأوزون .

$$O_2 \xrightarrow{u.v} O + O$$

اكسجين عادى — اكسجين ذرى

$$O + O_2 \longrightarrow O_3$$

اكسجين ذرى + اكسجين عادى — أوزون

من ذلك نرى أن الأوزون يقوم بدورين مختلفين تماما فى التغير البيئى العالمى ، أحدهما فى طبقة التروبوسفير القريبة من الأرض كغاز صوبى ومصدر تلوث يؤثر على الكائنات الحية والثانى فى طبقة الستراتوسفير كدرع واقى من الأشعة فوق البنفسجية ، فهو يقوم بحماية سطح الأرض منها ويعمل عمل المرشح (الفلتر) حيث لا يسمح إلا بمرور نسبة قليلة من هذه الأشعة إلى الأرض كما قدرها الله سبحانه وتعالى والتى لو وصلت بنسبة أكبر من ذلك أو كلها لهلكت الكائنات الحية .

وتقدر كمية الأوزون الموجودة فى طبقة الستراتوسفير بحوالى ٤-٥ بلايين طن . وهو ينتشر فى طبقة إرتفاعها من ٢٠-٥٠ كيلومترا عن سطح الأرض ولو وجدت هذه الطبقة بالقرب من سطح الأرض وتحت الضغط الجوى العادى لبلغ سمكها ٣ ملليمترات فقط !!

ويستخدم غاز الأوزون فى الصناعة كمادة للتبييض ومبيد للجراثيم ولهذا يستخدم فى تعقيم مياه الشرب وأحواض السباحة ، وهناك العديد من المواد التى

تعمل على تدمير طبقة الأوزون من أهمها غـازات الكلوروفلوروكربـون وأكاسيد النيتروجين والتفجيرات النووية وصواريخ الفضاء وكلوريد الهيدروجين ... إلخ .

* مركبات الكلوروفلوروكربون (C.F.C)

اكتشف هذه المركبات مهندس بشركة جـنرال موتـورز يسـمى " **توماس مدجلى سنة ١٩٣٠م** " واستخدمها فى مكيفات الهواء بالسيارات بدلا من غازى ثانى أكسيد الكبريت والأمونيا التى كانت تسبب تآكل أنابيب أجهـزة التكييـف . ومركبات الكلوروفلوروكربون تتكون من الكلـور والفلـور مرتبطـة ببعضهـا بقـوة لتكون جزيئات خاملة كيميائيا فى الظـروف العاديـة تسـمى تجاريـا **بالفريونـات** لا تشتعل ، غير سامه ، يسهل تخزينها لثباتها الكيميائى ، رخيصـة الثمـن ، لا تتفـاعل مع الأكسجين ولا تؤثر على الكائنـــات الـحية ، ولذلك تستخدم فى علب الرش (الأيروسولات *) ، كما تستخدم كمذيبات لتنظيف الدوائـر الكهربائيـة ، كمـا أنها تستخدم فى صناعة رغاوى الحرائق ** وإسفنج العزل كمـادة ممتصـه للصـوت فى الحوائط ، وفى صناعة أكواب الشاى التى تستخدم لمرة واحـدة ، وفـى علـب الهامبرجر بمحلات الوجبات السريعة . وتنطلق من هذه المركبات إلى الجـو كميـات

---

* كلمه ايروسول تطلق على العلبة التى تبخ ما بداخلها على هيئة قطريات صغيرة جداً (ضباب) ومع أن معنى الكلمة يختلف عند العلماء عنه عند عامة الناس ، لذلك سوف نستخدم علبة الرش بدلا من كلمه ايروسول .

** ثقب الأوزون – مركز النشر لجامعة القاهرة ١٩٩١ تأليف جون جريين ترجمة د.أحمد مستجير .

هائلة تُمثل محتوى علب الرش حوالى ٧٥٪ منها ، كما تُمثل الفريونات التى تستخدم فى المكيفات (خاصة أجهزة تكييف السيارات) حوالى ١٥٪ . وتبقى هذه المركبات فى الهواء الجوى لثباتها الكيميائى ، وحيث لا يوجد فى طبقة التروبوسفير ما يؤثر عليها ، فينطلق أغلبها مع حركة الهواء إلى طبقة الستراتوسفير ، وتقدر الكميات التى تنفث منها إلى الغلاف الجوى سنويا بأكثر من مليون طن .

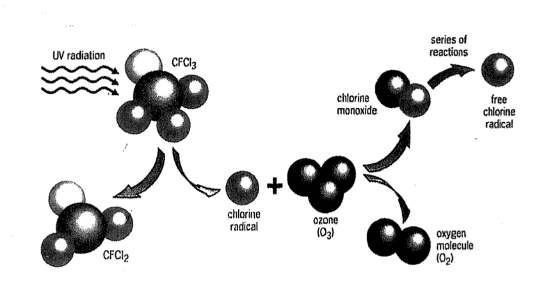
وأشهر هذه المركبات غاز الفريون - ١١ ($CFCl_3$) ، الفريون - ١٢ ($C F_2 Cl_2$) ومنها أيضا مواد أخرى كثيرة مثل الفريون - ٢٢ ($CHCl F_2$) والفريون ١١٣ ($C_2Cl_3F_3$) .

وقد قدر العلماء أنه يمكن للفريون - ١١ أن يبقى ثابتا فى الجو لمدة ٧٥ سنة ، الفريون -١٢ يبقى لمدة ١١٠ سنة ولذلك سيظل تأثير هذه المركبات لنهاية القرن القادم حتى إذا أوقفنا استخدامها الآن وبالتالى سيستمر استنزاف طبقة الأوزون ، وقد حظرت بعض الدول مثل الولايات المتحدة الأمريكية والسويد وكندا والنرويج ودول السوق الأوربية المشتركة ومصر استخدام هذه المركبات فى علب الرش واستبدلتها بمواد أخرى يكتشف منها الجديد كل يوم .

ولكن كيف تؤثر غازات الكلوروفلوروكربون على طبقة الأوزون ؟

من دواعى العجب أن خمول مركبات الكلوروفلوروكربون هو السبب الرئيسى الذى يجعلها مزعجة بالنسبة للأوزون فى طبقة الستراتوسفير ، فعندما تصل

هذه المركبات إلى ارتفاع حوالى ٣٠ كيلومتراً من سطح الأرض حيث يبلـغ تركيز الأوزون ذروته فإن جزيئاتها تصبح عرضه للأشـعة فوق البنفسجية ذات الأطـوال الموجية بين ٢٠٠-٢٢٠ نانومتر * والتى تحللها إلى مكوناتهـا مـن الكلـور والفلـور فى الحالة الذرية النشطة ، وينطلق الكلور منهـا مسبباً خطـراً كبـيرا علـى الأوزون بهذه الطبقة .



شكل (١٧) تحلل الأوزون بواسطة مركبات الكلوروفلورو كربون

---

* النانومتر - (١ ÷ بليون من المتر) - ١٠^-٩^ متر

وقد كان غاز الكلور نادراً فــى طبقـة الستراتوسـفير حتـى وقـت قريـب ، ولكن نظراً لنشاطات الإنسان زادت نسبته وأخل بـالاتزان الموجـود فـى الطبيعـة . ويعتـبر تفـاعل الكلور الناتج من مركبـات الكلوروفلوروكربون مـع الأوزون هـو السبب الأول لاسـتنزاف الأوزون فـى طبقـة السـتراتوسـفير كمـا يتضـح مـن الشكل (١٧) .

١ - يتحطم جزئ الكلوروفلوروكربون بواسطة الأشعة فوق البنفسجية فى طبقة الستراتوسفير حيث تنطلق ذرات الكلور فى الحالة الذريـة النشـطة وتكـون حرة الحركة .

٢ - تنطلق ذرة الكلور النشطة نحـو جـزئ الأوزون حيـث تحطمـه وتتحـد بـذرة أكسجين منه تاركة جزيئاً مـن الأكسـجين وتتحـول ذرة الكلـور إلى أول أكسيد الكلور .

٣ - يتفاعل أول أكسيد الكلور مع ذرة أكسجين ذرى ناتجه عـن تكسـير جـزئ أوزون ليكون جزئ أكسـجين وذرة كلـور حـرة (لأن قـوة الجـذب بـين ذرتى الأكسجين أكثر من قوة الجـذب بـين ذرة الكلـور وذرة الأكسـجين ولذلك تنطلق ذرة الكلور) .

٤ - تهاجم ذرة الكلور الحرة مرة أخرى جزئ الأوزون محولة إيـاه إلى أكسـجين عادى وذرة من الأكسجين النشط وتكون المحصلة النهائية أن يتفكك غـاز الأوزون إلى أكسجين .

وتتكرر هذه العملية حيث يقدر ما تحطمــه ذرة الكلـور الناتجـة عـن تحطـم جزئ من الكلوروفلوروكربون بمائة ألف جزئ من الأوزون . وقـد بينـت الأبحـاث والدراسات أن الكلور يحطم الأوزون بسرعة كبيرة ، ولما كانت ملايين الأطنان من مركبات الكلوروفلوروكربـون تنطلـق إلى الفضـاء ، فمـن المحتمـل أن تستمر هـذه العملية التحطيمية فى القرن الحادى والعشرين حتى لـو توقـف استعمال وانطـلاق هذه المركبات الآن .

ويرجع عدم تحلل مركبات الكلوروفلوروكربون فى طبقة التروبوسـفير إلى أنها لا تمتص الإشعاعات ذات الأطوال الموجية المؤثرة بسبب وجـود طبقـة الأوزون التى تحمى الأرض من هذه الإشعاعات فى حين تتعرض وتتأثر بهذه الإشعاعات فى طبقة الستراتوسفير .

وهناك عوامل كثيرة تعمل على تدمير طبقة الأوزون الستراتوســفيرى منهـا أكاسيد النيـتروجين والنـاتج أغلبهـا مـن مصـادر صناعيـة وكذلـك مـــن الأسمـدة النيتروجينية التى تستخدم لمساعدة النباتات على النمو .

- التفجيرات النووية التى يحدثها الإنسان على سطح الأرض والحرارة الشـديدة جداً الناتجة عنها والتى تعمل على اتحاد النيتروجين الجـوى مـع الأكسـجين مكونة بذلك أكسيد النيتريك الـذى يعمـل علـى تدمـير طبقـة الأوزون إلى جزيئات الأكسجين العادى بينما لا يتأثر هو ويعـود إلى الجـو مـرة أخـرى دون أن يتغير كما فى المعادلة :

$$NO + O_3 \longrightarrow NO_2 + O_2$$

$$NO_2 + O \longrightarrow NO + O_2$$

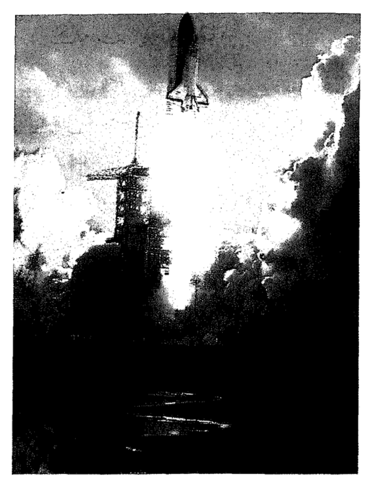
- اكسيد النيتريك هذا يتكون أيضا فى الغلاف الجوى كناتج من عوادم الطائرات الأسرع من الصوت فى طبقة الستراتوسفير كما ينطلق من عوادمها أيضا كميات هائلة من بخار الماء ، وهذه الكميات تكون سحب كثيرة من بلورات الثلج تعكس حرارة الشمس بعيداً فلا تصل إلى طبقة التروبوسفير وبالتالى تؤثر على مناخ الأرض .

- كما أن شق الهيدروكسيل (OH -) الناتج عن تحلل بخار الماء يدخل فى سلسلة من التفاعلات مؤديا إلى تحلل الأوزون أيضا .

وتشير الأبحاث إلى أن استخدام الأسمدة والمخصبات الكيميائية ينتج عنها أكاسيد النيتروجين والتى تؤثر أيضا على الأوزون فى طبقة الستراتوسفير . ولا يقتصر انطلاق أكاسيد النيتروجين على الأسمدة الكيميائيةبل تنطلق أيضا مع عوادم السيارات ونتيجة لعمليات الاحتراق ، وكلها تتصاعد إلى طبقة الأوزون الستراتوسفيرى مسببه تدميره . وقد بلغت نسبة هذه الأكاسيد فى الغلاف الجوى ٣٠٤ جزئ فى البليون عام ١٩٨٤ . ولكن هذه النسبة تزداد سنة بعد أخرى . وتظل هذه الأكاسيد فى الجو حوالى ١٥٠ سنة .

- لا يقتصر الأمر على ذلك بل إن صواريخ ومكـاكيك الفضـاء تعتـبر مسئولة أيضا عن الدمار الذى تتعرض له طبقة الأوزون . فعلاوه على ما تطلقه من أكاسيد النيتروجين وبخار الماء فإن غازات الكلور ومركباتـه مثـل غـاز كلوريد الهيدروجين (HCl) وهو من الغـازات الناتجـة عـن حـرق الوقـود الجاف الذى يسـتخدم فـى الصـاروخ الـذى يحمـل المكـوك حتـى ارتفـاع حوالى ٥٠ كيلومتراً من سطح الأرض ، وبالتالى سـوف ينتشـر هـذا الغـاز فى مسار المكوك خاصة فى طبقة الستراتوسفير ، ويتحررالكلور أيضـا مـن كلوريد الهيدروجين مسببا تدمير طبقة الأوزون .

وسوف نندهش عندما نعلم أن إطلاق مكوك فضـائى واحـد يتخلـف عنـه فى الدقيقتين الأوليين فقط ما يساوى ١٨٧طناً من غـاز الكلـور ومركباتـه وسبعة أطنان من أكاسيد النيتروجين ، ١٨٠طناً من أكسيد الألومنيوم ، ولك أن تتصور ما يصيب طبقة الأوزون من دمار إذا علمنا أنه فى خلال العشـرين سـنة الماضيـة فقـط وصل عدد الصواريخ ومركبـات الفضـاء والأقمـار الصناعيـة إلى سـتة آلاف سـواء المستخدم منها فى الأغراض العسكرية أم الأغـراض العلميـة . ولذلـك فـإن الـدول الكبرى مسئولة مسئولية مباشـرة عـن تدمـير طبقـة الأوزون بسـبب غـزو الفضـاء والتفجيرات النووية وإنتاج مركبات الكلوروفلوروكربون وغيرها .



شكل (١٨) مكوك الفضاء يلوث طبقات الغلاف الجوى

*** الأيروسولات والأوزون**

مع أن استخدام الأيروسولات هو من أمور الترف عموما ، ويمكن الاستغناء عنها إلا أن استخدامها انتشر انتشاراً واسعاً فى جميع مجالات الحياة .

وعلب الرش هذه تستخدم كثيرا عند استخدام محتوياتها كمزيل لرائحة العرق ، والمبيدات الحشرية والطلاء والمطهرات وتصفيف الشعر ... الخ .

وتستخدم مركبات الكلوروفلوروكربون كمواد دافعة داخل هذه العلب لتدفع المواد الفعالة على هيئة ضباب .. وكان أول استخدام لها عام ١٩٥٠م وتساهم علب الرش بحوالى ٧٥٪ من غازات الكلوروفلوروكربون المنطلقة إلى الغلاف الجوى كما سبق ذكره .

* البروم (Br_2)

عنصر البروم من الهالوجينات مثل الكلور ، ينطلق من المركبات التى تستخدم فى مواد التدخين والتبخير ومن بعض المواد المستخدمة فى إطفاء الحرائق ، وهو يتراكم بمعدل سريع فى الجو . ويعتقد العلماء بأنه يساهم بحوالى ١٠-٣٠٪ من أسباب تدمير طبقة الأوزون .

- وهناك المنظفات الصناعية مثل سوائل التنظيف الجاف وما ينطلق منها من الكلور ، لذا فهى أيضا من المواد المدمرة لطبقة الأوزون . ولا يقتصر الأمر على هذه المصادر بل يتعداها إلى أن بعض المصادر الطبيعية مثل ثورات البراكين تساهم بقدر فى تدمير طبقة الأوزون ، فهي تطلق للغلاف الجوى كميات كبيرة من غاز الكلور الذى يقوم بدور كبير فى تحطيم الأوزون

كما علمنا . وتتكاتف كل هذه الأسباب لتعمل مجتمعه على تدمير هذه الطبقة الواقية .

- ومن حكمة الله سبحانه أنه بينما تقوم غازات الكلوروفلوروكربون وأكاسيد النيتروجين بتحطيم الأوزون الستراتوسفيرى تقوم غازات أخرى مثل الميثان (CH_4) بحماية الأوزون (الميثان يتفاعل مع الكلور فيقلل نسبة الكلور فى الجو مما يقلل من نسبة تدمير الأوزون) .

لماذا تكون ثقب الأوزون فوق القطب الجنوبى و لم يتكون بنفس الدرجة فوق القطب الشمالى ؟

اشارت الأبحاث التى نشرتها وكالة الفضاء الأمريكية (**NASA**) عام ١٩٨٨ إلى أن طبقة الأوزون أصبحت رقيقة فوق أوربا خاصة فوق السويد وفنلندا والدنمارك ، وقد أثارت هذه الدراسات ذعراً عالمياً نظرا للكثافة السكانية العالية نسبياً والمخاطر الصحية التى يمكن أن تنتج عن ذلك .

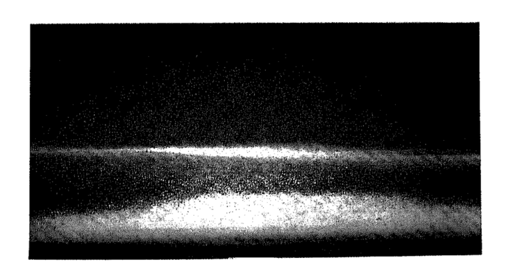
وفى أوائل عام ١٩٨٩م شهدت منطقة القطب الشمالى سباقاً عالمياً للتأكد من ذلك ، ولقد بينت النتائج الأولية للبعثات العلمية أن هناك فعلاً تدميراً فى طبقة الأوزون ولكن ليس بالدرجة الموجودة عليها فوق القارة القطبية الجنوبية . والتفسير العلمي لذلك * هو أن التفاعلات الكيميائية التى تحدث فى الجسيمات الدقيقة التى

---

* محاضرة للمنهدس محمد عبدالقادر الفقى ١٩٨٩ بجمعية حماية البيئة الكويتية .

تشكل الغيوم القطبية الستراتوسفيريه بالقطب الجنوبى تعمـل كأسـطح يتـم التفـاعل عليها ، ويعتقد أن هذه الغيـوم تسـهل تحطيـم أول أكسـيد الكلـور وثـاني أكسيد الكلور فينطلـق الكلـور منهمـا ويـزداد تركـيزه وبالتـالى يعمـل علـى تدمـير طبقـة الأوزون .

وهذا لايحدث بالطبع فى القطب الشـمالى ، وذلـك لـدفء الجـو نسـبياً ، وبالتالى لا تتكون تلك الغيوم فى أعلى الجو بالقطب الشمالى .



شكل (١٩) السحب الثلجية الستراتوسفيرية والتى تساعد على تدمير الكلور لطبقة الأوزون

*** المخاطر الناجمة عن حدوث ثقب الأوزون**

(١) أى خلل فى هذا الدرع الواقى ستكون عواقبه سيئة للغاية على جميع الكائنات الموجودة فى الأرض . ويرى العلماء أن النتائج التى يمكن أن تنتج عن ثقب الأوزون ستكون رهيبة ومؤلمة حيث إن الأشعة الكونية والتى سوف تتسرب إلى الأرض بكميات كبيرة وبكامل طاقتها تحتوى على جسيمات مشحونه (بروتونات وجسيمات ألفا وإلكترونات عالية الطاقة بالإضافة لأشعة جاما التى تتميز بقوة احتراق عالية) . وهذه الأشعة عند وصولها للأرض تعمل على إبادة الحياة . فكلما قل سمك طبقة الأوزون كلما زاد معدل نفاذ الأشعة فوق البنفسجية ووصولها للأرض . والكائنات الحية عموما بما فيها الإنسان تتأثر بسرعة بهذه الأشعة والتى يتراوح طولها الموجى بين ٢٩٠-٣٢٠ نانومتر * والإشعاع ذى الموجات الأقصر من ٢٩٠ نانومتر يمتص كله فى طبقة الأوزون . وهذا الإشعاع له القدرة على تحطيم الأحماض النووية D.N.A ، R.N.A وكذلك البروتين والتأثير على العوامل الوراثية للكائنات الحية .

(٢) كثرة التعرض لهذه الأشعة تؤدى للإصابة بسرطان الجلد ، ويقدر علماء وكالة حماية البيئة الأمريكية بأن نقص ١٪ من تركيز الأوزون يسبب زيادة

---

* الضوء العادى الذي تراه العين يتروح بين ٧٦٠نانومتر للأحمر ، ٤٠٠نانومتر للبنفسجى .

فى مرض سرطان الجلد بنسبة ٥٪ ، وهذا المرض آخذ فى التزايد فى كل بلاد العالم .

(٣) تؤثر زيادة الأشعة فوق البنفسجية على الجهاز المناعى لجسم الإنسان لأن الأشعة تضعف الكريات البيضاء فى الدم فتعمل على عدم مقدرتها على مهاجمة مسببات الأمراض كما تُنشط فيروسات كثير من الأمراض مثل الإيدز والهربس والإلتهاب الكبدى .

(٤) يقول " **سيدنى ليرمان** " من جامعة **إيمورى بولاية جورجيا** : إن النقص فى الأوزون بنسبة ١٪ سيرفع ضحايا إعتام عدسة العين (الكتاراكت) فى الولايات المتحدة فقط بمقدار ٢٥٠٠٠ شخص سنويا .

(٥) لا يقتصر تأثير الأشعة فوق البنفسجية على الإنسان فقط بل تؤثر أيضا على الكائنات الحية الأخرى من حيوانات ونباتات . فالماشية تصاب أيضا بالتهاب العيون وسرطان الجلد .

(٦) تؤثر الأشعة فوق البنفسجية على الفطريات والطحالب فى البحار والمحيطات والتى تشكل غذاء للأسماك الصغيرة .. وتؤدي بالتالى لهلاكها .. وهذه الأحياء البحرية تعتبر بدورها الغذاء للأسماك الأكبر حجما ، وهكذا تنتهى مظاهر الحياة فى البحار والمحيطات ، كما أن الأشعة تؤثر على الأسماك فى الأطوار اليرقية فتؤدى إلى موتها .

(٧) تؤدى زيادة هذه الأشعة إلى هلاك كثير من العوالق ، " **البلانكتونات** " التى تعتبر أساس السلسلة الغذائية لأن الأشعة فوق البنفسجية يمكنها الوصول إلى عمق ١٠-٢٠ متراً داخل مياه الأنهار والبحار .

(٨) عندما تصل كميات كبيرة من الأشعة فوق البنفسجية للأرض سوف تهلك الفطريات المجهرية الموجودة فى التربة والتى تعمل على تغذية النباتات فيؤدي ذلك إلى موت النباتات التى تتغذى عليها الحيوانات التى يعيش عليها الإنسان .

(٩) ستتناقص المحاصيل الزراعية بنسبة ٢٥٪ إذا زادت الأشعة بمقدار ٢٥٪ لأن زيادة الأشعة ستقلل عملية البناء الضوئى .

(١٠) زيادة وصول الأشعة فوق البنفسجية للأرض ستكون له أضراراً اقتصادية كبيرة فهى تسبب تقشر الطلاء وتغير ألوانه ، فتصبح الدهانات سهلة التقشر أما زجاج النوافذ فإن لونه سوف يميل إلى الإصفرار .

(١١) زيادة نفاذ الأشعة فوق البنفسجية إلى الأرض سوف يزيد من معدل درجات الحرارة مما يؤدى لانصهار الجليد فى القطبين وبالتالى ارتفاع مستوى مياه البحار وغرق بعض الشواطئ - وقد سبق الحديث عن ذلك بالتفصيل عند الحديث عن الظاهرة الصوبية .

وقد أشار تقرير لوكالة حماية البيئة الأمريكية أنه بحلول عام ٢٠٧٥م حتى مع مساهمة جميع دول العالم فى الحد من استهلاك الفريونات – فإن نسبة الكلور فى الجو سوف تتضاعف ٣ مرات وبهذا فإن الجهود المبذولة لن توقف استنزاف الأوزون ولكن ستقلل فقط من سرعة تدميره ، وعلى كل دوله فى العالم أن تعد نفسها من الآن لمواجهة الآثار المترتبة على هذه الأخطار المتوقع حدوثها خلال الثلاثين عاماً القادمة على الأقل .

والملاحظ أن ٩٠٪ من المواد التى تعمل على تآكل طبقة الأوزون سببها سكان الدول المتقدمة ، فمشكلة تدمير طبقة الأوزون مشكلة عالمية لابد لمواجهتها من تعاون المجتمع الدولى ككل وليس دولة دون الأخرى لأن الملوثات لا تعرف الحدود ، والأثر يمتد سواء أردنا أم لم نرد . وهنا يأتى دور التشريعات الملزمة والمراقبة من قبل الهيئات الدولية ، وهو ما يجب النظر إليه بجدية لخطورة الموضوع ، لأنه بدون الأوزون فلاحياة على سطح الأرض (No Ozone .. No Life) .

وتحاول الآن بعض المؤسسات العلمية الدولية الوصول إلى إمكانية ضخ كميات من الأوزون فى طبقة الستراتوسفير لتعويض الفاقد فيها .. ولكن لم يكتب لهذه المحاولات النجاح حتى الآن ....

الفصل التاسع

الإشـــعاع . . . والبيئـــــة

* مقدمة

منذ بدء الحياة والكائنات الحية تتعرض إلى أنواع من الإشعاعات بدرجة أو بأخرى إلى أن تأقلم معها جسم الكائن الحى ، فالإشعاع موجود منـذ بـدء الخليقـة ولا نعرف حتى الآن هل كان الإشعاع مفيدًا أم ضارًا لأنـه مـن الممكـن أن يكـون الإشعاع -بالرغم من أن معظم تأثيراته ضاره - هـو السبب فـى الطفـرات الجينيـة وبالتالى الارتقاء بأنواع الكائنات ... ولكن من المؤكد أن تأثير الإشعاعات الطبيعيه ضعيفه لدرجة أن آثارها الضارة لم تظهر على الإنسان إلا بعد أن تعـرض للإشـعاع الإضافى الناتج من المصادر الصناعية للإشعاع والتى هى بالطبع من فعل الإنسـان ، فيما أبدعه من مصادر جديدة للأشعة أضافها إلى المصادر الطبيعية ، وهـى بلاشـك تشكل خطرًا على الكائنات الحية لأنها تدمر الخلايا محدثه سرطانات عديدة الأنواع كما تحدث تشوهات خلقية فى الأجنة داخـل أرحـام أمهـاتهم ، ولا يقتصـر الأمـر على الإنسان ، فالإشعاعات تصل إلى كل عناصر البيئة سواء منها العناصر الحيـة أو غير الحية ومنها تنتقل أيضا إلى الإنسان .

ومع أن الخطر الحقيقى للإشعاع كـان مـع بدايـة اكتشـاف العـالم الألمانى **وليم رونتجن** للأشعه السينية * إلا أن معرفة العالم بالتأثيرات الخطيرة للإشعاع كان مع إلقاء القنابل الذرية على مدينتـى **هيروشـيما ونجـازاكى** فـى اليابـان فـى ٦ ، ٩ أغسطس ١٩٤٥م والتى لا تزال نتائجها تظهر حتى اليوم .

فبعد اكتشاف الأشعة السينية (أشعة إكس) بدأت تظهر أعراض حـالات مرض السرطان وكان أولها بعد هذا الاكتشاف بست سنوات حيث كـان المصـاب هو المساعد الفنى للعالم رونتجن ، ولوحظ أن الإصابة بالسرطان تزيد بين العـاملين فى حقل الإشعاعات الطبية . وقد وجد أن استخدام اليود المشـع فـى عـلاج الغـدة الدرقية يؤدى إلى الإصابة بسرطان الدم . كمـا أن عنصـر الاسترانشـيوم ٩٠ المشع من أخطر المواد المشعة لأنه له القـدرة علـى أن يحـل محـل الكالسـيوم فـى العظـام ، وبالتالى يؤثر على النمو ، كما أنه يسبب مرض سرطان الدم (اللوكيميا) وهو من أشد السرطانات خطورة . وقد لوحظ انتشار هذا المرض بكثرة بين السكان الذين ظلوا على قيد الحياة فى مدينتى هيروشيما ونجازاكي بعد إلقاء القنابـل الذرية علـى المدينتين .

وقد بينت الإحصائيات أن السكان فى البلاد المتقدمة يتعرضون لنسبة عالية من الإشعاع نتيجة وجود الأجهزة الحديثة التى تعمـل بكفـاءة وتزيـد مـن التعـرض

---

* الأشعة السينية عبارة عن موجات كهرومغناطيسية طاقتها أكبر من طاقة الضوء وتستخدم فى تصوير الجسم البشرى من الداخل وفى تشخيص علاج بعض الأمراض .

للإشعاع سواء فى المستشفيات أم فى المنازل أم أماكن العمل وكما ذكرنا سابقا عند الحديث عن الأوزون أن كثرة التعرض للأشعة فوق البنفسجية يؤدى إلى الإصابة بسرطان الجلد الذى يمثل نسبة كبيرة من السرطانات ، وينتشر هذا المرض خاصة بين ذوى البشرة البيضاء ، ولكن تعتبر كل من أشعة إكس والأشعة المتأينة أكثر تأثيرا من الأشعة فوق البنفسجية فى التسبب بالإصابة بهذا المرض .

بعد هذه الاكتشافات الخطيره لتأثير المواد المشعة ومعرفة الإنسان الكثير عنها وعن أضرارها ومعرفته أيضا الأهمية الكبرى لطرق الوقاية منها ، وضعت معايير لتحديد المقدار المناسب من هذه الأشعة والتى إذا تعرض الشخص لها أو لنسبة أقل منها لا يصاب بأى ضرر ولكن إذا زاد مقدار او زمن تعرضه لها عن حد معين فإنها تضر بصحته . وأمر هام جدًا أن تعرف مقادير الجرعات التى يمكن للإنسان التعرض لها دون إحداث أضرار له مع الأخذ فى الاعتبار تأثير الإشعاع الخارجى والداخلى (يتسبب عن دخول المواد المشعة لجسم الإنسان عن طريق الهضم والتنفس) ، والوحدة المستخدمة فى ذلك هى وحدة ريم (Rem *) وقد وجد أن أعلى حد للجرعة المسموح بها لدخول الجسم خلال الأسبوع هى ٠,٣ ريم (Rem) .

---

* الريم (Rem) هو وحدة تستخدم لقياس الاشعاع الممتص وتتكون كلمة (Rem) من الحروف الأولى لـ Roentgen Equivalent Men .

وتعتبر محطات توليد القوى التى تعمل بالطاقة النووية مصدرًا مهما للأشعة كما أن عنصرى اليورانيوم والبلوتونيوم المستخدمان كوقود لتلك المحطات يعتبران من أخطر المواد المشعة الضاره بصحة الإنسان ويرجع أحد أهم أسباب خطورتهما إلى أن آثارهما تبقى لعدة آلاف من السنين ، ولابد من وضع الجدوى البيئية فى الأولويات عند إقامة مثل هذه المشاريع لموازنة الأضرار الصحية الناتجه عنها . فالإنسان يمكنه الهروب من الأماكن المملوءة بالدخان أو المزدحمة أو ذات الروائح الكريهه ، كما يمكنه أن يتحكم فى غذائه وأن ينظم تعرضه لأشعة الشمس ، ولكن لا يمكن له أن يتجنب الملوثات الإشعاعية أو يتلافاها .

فالإشعاع موجود دائما وكل ما يحدث هو أننا نضيف إليه إشعاعات جديدة من أجهزة صنعها الإنسان وكذلك نتيجة للاستخدام المتزايد للإشعاع فى مجالات الحياة المختلفة سواء فى الطب أم الصناعة أم فى إنتاج الطاقة .

* مصادر التلوث الإشعاعى

تتعرض الكائنات الحية وكذلك المواد غير الحية للملوثات الإشعاعية من مصادر عديدة منها ما يلي :

(١) الاشعاع الكونى القادم من الفضاء .

(٢) المعادن المشعة الموجودة طبيعيا فى الأرض .

(٣) أجهزة الأشعة الطبية .

(٤) التجارب النووية وما يصاحبها من انفجارات وتكون الغبار الذرى .

(٥) النفايات الإشعاعية التى تنتج من بعض العمليات مثل أعمال المناجم التى تحتوى موادًا مشعة .

(٦) المفاعلات النووية ومحطات الطاقة النووية .

(٧) الغواصات والسفن التى تسير بالطاقة النووية .

(٨) مصادر كثيرة يستخدمها الإنسان مثل التلفزيونات الملونه وشاشات أجهزة الكمبيوتر وأفران الميكروويف ... الخ .

وتنقسم الإشعاعات إلى قسمين رئيسيين هما :

- الأشعة المؤينة وهى ذات طاقة عالية جدًا بحيث إنهـا إذا اصطدمت بجزيئات المادة الحية طردت بعض إلكتروناتها وحولتها إلى أيونات وهذه الأشعة ترجع إلى التفتت التدريجى لبعض العناصر وأنطلاق الطاقة النووية فى صورة دقائق (ألفا وبيتا) وموجات كهرومغناطيسية (جاما) ولذلك سميت مثل هذه العناصر بالعناصر المشعة .

- الأشعة غير المؤينة (بضم الميم وكسر الياء) مثل الأشعة فوق البنفسجية ، والموجات الكهرومغناطيسية القصيرة Microwaves والموجات اللاسلكية Radiowaves ، ويسبب هذا النوع من الأشعة تهيج الجزيئات وزيادة تذبذبها ، ومن هنا تأتى خطورة أفران الميكروويف وأجهزة الرادار .

ونلاحظ أن الأشعة الكونية التى تصل إلى الأرض تتغير شدتها بتغير خطوط العرض ومع الارتفاع عن سطح البحر لأن الأشعة الكونية عبارة عن جسيمات مشحونه ، ولهذا فعند سقوطها تنحرف بعيدًا عن خط الاستواء وتتركز نحو المناطق القطبية ، ولذا فهى تقل عند خط الاستواء وتزداد عند القطبين ، كما تزيد هذه الأشعة عند الارتفاعات العالية فوق سطح البحر حيث لا يوجد ما يمتصها ، ولذا فإن المسافرين بالطائرات يتعرضون لجرعات أكثر من الأشعة الكونية وكذلك سكان الجبال والمناطق المرتفعة .

والمواد المشعة الطبيعية أهمها عناصر اليورانيوم والثوريوم والراديوم وتوجد هذه المواد فى صخور الجرانيت بنسبة أعلى من باقى الصخور .

*** أنواع الإشعاعات النووية**

الإشعاعات النووية ثلاثة أنواع هى أشعة : ألفا وبيتا وجاما ، أما أشعة ألفا فهى ذات سرعة قليلة لكونها ذات نواة كبيرة الكتلة نسبيا ، ولذا يمكن الوقاية منها باستخدام الملابس العادية ، وأشعة بيتا تتكون من إلكترونات ذات كتلة صغيرة نسبيا ، ولذا تكون سرعة انطلاقها أكبر من سرعة دقائق ألفا . ولأشعة بيتا القدرة على النفاذ والعمل على تأين الخلايا مسببة خللاً فى وظائفها الحيوية . أما أشعة جاما فتتكون من موجات كهرومغناطيسية عالية التردد (كبيرة الطاقة) يمكنها اختراق جسم الإنسان ولذا تسمى فى الطب باسم الأشعة العميقة .

* **التجارب النووية والإشعاع**

بـدأت القصـة فـى نهايـة القـرن التاسع عشر حين اكتشف العـالم الفرنسى " **أنطوان بيكريل** " خاصية النشاط الإشعاعى لبعض العنـاصر ، كمـا قـام كل من العالمين " **بيير ومارى كورى** " بعد ذلك باكتشاف بعـض العنـاصر المشـعه مثل الراديوم والبولونيوم .

وفى بداية القرن العشـرين قـام العـالم " **ألبرت اينشـتاين** " بوضـع نظريـة النسبيه والتى بين بها أن المادة يمكـن أن تتحـول إلى طاقـة ، وبهـذه المعادلـة بـدأت معرفة الطاقة النووية وإن ظلت هذه الأفكـار نظريـة حتى عـام ١٩٣٩م حـين بـين بعض العلماء الألمـان أنـه يمكـن لـذرة اليورانيـوم أن تنشـطر إلى نصفـين إذا قذفـت بنيوترونات عالية الطاقة ، ويصحب عملية الانشطار هذه إنطلاق كميـة هائلـة مـن الطاقة الحرارية .. وكانت هذه هى البداية لاسـتخدام مثـل هـذه الطاقـة سـواء فـى الحروب أم فى الأغراض السلمية .

تقوم كثير من الدول المتقدمة بإجراء التجارب النووية ، مما ينتج عنه انتشار كميات كبيرة من الغبار المشع المحمل بنواتج الإنشطار النـووى فـى أجـواء العـالم ، لأن الرياح تحمل هذا الغبار ليسقط فى كثير مـن المنـاطق ، كمـا يصـل هـذا الغبـار المشع إلى طبقات الجو العليا فيختلط بالسحب ناقلـة إيـاه لأمـاكن متفرقـة ويسـبب تلوث الهواء والماء والغذاء . وكانت التجارب النووية تجرى فى الجو ولكن بعـد أن تبين خطرها أصبحت الدول تجريها تحت سطح الأرض أو فى أعماق المحيطات وقد

يعتقد البعض أن التفجيرات النووية تحت سطح الأرض شيئًا آمنا ، ولكن ذلك إعتقاد خاطئ لأن الإشعاعات النووية تتسرب للمياه الجوفية لتحملها معها إلى الأنهار والبحار مسببه تلوث مياهها بالإشعاع . وعموما فقد قلت أخطار هذه التجارب بعد فرض الحظر على إجراء التجارب النووية بواسطة الأمم المتحدة ، ورغمًا عن ذلك فهناك دول تقوم باجراء بعض التجارب النووية حتى الآن وترفض التوقيع على اتفاقية الحظر .

وتقول تقارير الطاقة الذرية العالمية أنه حتى سنة ٢٠٠٠م سوف تستمر الغدد التناسلية فى الكائنات الحية باستقبال جرعات معدلها حوالى ٢ ميلى ريم فى السنة ، كما تدخل للعظام من ٤ - ٦ ميلى ريم فى السنة .

* محطات القوى النووية .. والإشعاع

عرف العالم المفاعلات النووية حين أقيم أول مفاعل نووى بالولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٤٢م . وكان أكثر استخدام لهذه المفاعلات فى محطات القوى النووية .. وقد بدأ البحث عن مصادر جديدة للطاقة مع زيادة استهلاك العالم لها ولذا بدأت فكرة استخدام الطاقة النووية فى عمل محطات توليد الكهرباء بدلا من الوقود المعتاد . ويرى المؤيدون لإقامة مثل هذه المحطات أنها أكثر جدوى من المحطات التى تعمل بالوقود العادى لأسباب عديدة منها أن المحطات النووية أكثر كفاءة كما أن سعر الكهرباء المتولدة يكون أرخص من تلك الناتجة من المحطات الحرارية التى تعتبر أكثر تلويثا للهواء الجوى لإطلاقها كميات هائلة من الملوثات

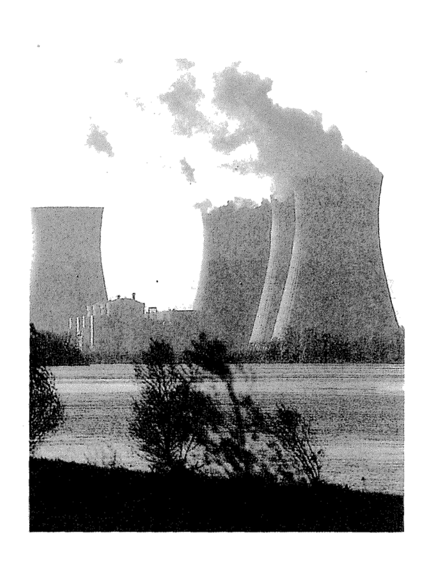
التى تسبب مشاكل بيئية خطيره علاوة على أن الوقود المعتاد (الفحم - البترول - الغاز) عمره الافتراضى قصير .

وبالمقابل فإن هناك آراء مغايره لذلك عضدتها حوادث المفاعلات ، ويرى أصحاب هذه الآراء خطورة كبيرة فى استخدام الطاقة النووية بهذه المحطات لأن بعض الحوادث التى قد تقع للمفاعلات النووية ستؤدى لتسرب الإشعاعات النووية ، كما توجد أيضا مشكلة التخلص من النفايات النووية وهذه فى حد ذاتها قضية فى منتهى الخطورة ، بالإضافة للتلوث الحرارى الذى تسببه مثل هذه المحطات بالبيئة المحيطة .

وقد وقع الكثير من حوادث التسرب نتيجة الخلل فى المحطات النووية مما تسبب عنه أضرارًا بليغة كان آخرها الحادث الذى وقع لمفاعل **تشرنوبيل** Tchernobyl فى إبريل ١٩٨٦م (بالقرب من مدينه كييف عاصمة أوكرانيا إحدى جمهوريات الاتحاد السوفيتى السابق) . وكان من أكبر الحوادث وأخطرها فى تاريخ المفاعلات النووية حيث دفع بكميات كبيرة من الإشعاعات إلى الهواء الجوى مكونة سحابة هائلة من الغبار المشع الذى حملته الرياح إلى كثيراً من دول العالم ناقلة كثير من العناصر المشعة إلى أجواء تلك الدول سواء منها المجاوره أو البعيدة عن منطقة الانفجار الحادث . كما تم ترحيل عدد كبير من سكان المنطقة بعيدًا عن مكان الانفجار وأعلنت مناطق شاسعة حوله مناطق محظورة .

وقد تسببت الإشعاعات التى انتشرت فى أجواء أوربا وكثير من دول آسيا فى تلويث المزروعات وامتنع سكان كثير من الدول عن تناول العديد من الأغذية كالخضراوات ومنتجات الألبان ، ونذكر جميعا امتناعنا فى الدول العربية عن شراء كثير من الأغذية وعدم استيرادها لوجود تركيزات عاليه من الإشعاعات فيها . وقد قامت بعض الشركات الأوربية باستغلال الفرصة وباعت الأطعمة الملوثه بالإشعاع إلى عدد من الدول الافريقية والآسيوية بأبخس الأسعار .. وهو بلاشك عمل بشع يتصف بالإحرام ... كما قامت الكثير من الدول بالكشف عن الإشعاع فى المواد الغذائية المستورده من الدول المجاور للاتحاد السوفيتى السابق وذلك لتأمين سلامة مواطنيها .

وقد أصيب عدد كبير من الأشخاص بالسرطان ، خاصة سرطان الدم (اللوكيميا) ومنهم من تساقط شعره ، وقد شاهدنا أفلاما تليفزيونية تبين أن كثير من الأشخاص من أعمار مختلفة قد أصبحوا صلع الرؤوس وكان هذا الحادث تعضيد لفكرة رفض إقامة مزيد من محطات القوى التى تدار بالطاقة النووية . وسواء أقيمت مثل هذه المحطات أم لا فإن ما هو موجود منها كفيل بتلويث الكره الأرضية بقدر هائل من الإشعاع .



شكل (٢٠) مفاعل تشرنوبيل بأوكرانيا

بالإضافة لما حدث لمفاعل (تشرنوبيل) وقعت حوادث عديده فى كل من الولايات المتحدة الأمريكية وانجلترا وحتى فى دول الاتحاد السوفيتى السابق أيضا ، كما لم يقتصر أنواع التلوث الناتج عن محطات القوى النووية على الملوثات الإشعاعية فقط بل تعداها أيضا إلى التلوث الحرارى حيث إن هذه المحطات تتخلص

من المياه المستخدمة فى تبريد المفاعل والتى تكون درجة حرارتها عالية - كما يحتمل تلوثها إشعاعيا - بإلقائها فى مياه نهر أو بحيرة أو محيط مسببة تلوث المياه . ولو علمنا أن محطة طاقة نووية واحدة قدرتها ١٠٠٠ ميجا واط تتطلب خمسين مترًا مكعبًا من الماء للتبريد فى الثانية الواحدة لعرفنا مقدار ما تسببه مثل هذه المحطات من تلوث حرارى (هذه الكمية من الماء تكفى لاستهلاك مدينة كالقاهرة يوماً) .



شكل (٢١) التلوث الحرارى

وهذا النوع من التلوث يعمل بالطبع على ارتفاع درجة حرارة مياه النهر أو البحيرة مما يؤدى لقتل الكثير من الأحياء المائية التى لا تستطيع التكيف مع التغيرات الحرارية لذلك يحدث اختلال فى النظام البيئى لهذه المياه ، كما أن نسبة الأكسجين الذائب فى المياه الساخنة تقل كثيرا عن نسبته فى المياه الباردة ، وقلة الأكسجين تؤثر تأثيرا سيئا على حياة الكائنات الحية التى تعيش فى هذه المياه .

ولذلك تتسابق الدول المتقدمة الآن وخاصة اليابان فى كيفية استخدام حرارة هذه المياه فى المشاريع العلمية الكبرى .

والطاقة النووية تساهم الآن فى توليد حوالى ١١٪ من الكهرباء المستخدمة فى العالم ومن المتوقع أن تزداد هذه النسبة سنة بعد أخرى نظرا لقيام كثير من الدول ببناء مفاعلات ومحطات نووية جديدة وذلك بالرغم من الموجة المناهضة لاستخدام الطاقة النووية فى العالم .

ويتجه العالم الآن إلى استخدام طاقة الإندماج النووى بدلا من الطاقة الناتجة عن الإنشطار النووى المستخدم فى الوقت الحاضر ، وطاقة الإندماج النووى هائلة ، فالكيلوجرام الواحد من أكسيد الديوتيريوم (D_2O)* والذى يعرف باسم الماء الثقيل يعطينا طاقة تساوى الطاقة الناتجة من ٢٠٠٠ طن فحم أو من ٢ مليون

---

* الطاقة ومصادرها المختلفة – مركز الاهرام للترجمه والنشر ، القاهرة ١٩٨٨ د.احمد مدحت إسلام .

لتر بنزين . ويمكن أن تكون تفـاعلات الإندمـاج هـى الحـل الأمثـل لإنتـاج الطاقـة النووية فى عالم الغد ، لأنها طاقة نظيفة من حيث التأثير على البيئـة ولا تنتـج عنهـا إشعاعات ، وقد تم عقد مؤتمر دولى **بالقاهرة** فى يوليـو ١٩٨٨ تركـز البحـث فيـه حول طاقة الاندماج النووى حيث قدمت الولايات المتحدة الأمريكية بحثا قيما عـن الحصول على غاز الهيدروجين من ماء البحر واستخدامه كوقود وأصبح الأمل كبيرا أمام البشرية فى استخدام هذه الطاقة .

*** المواد المشعة ... والزراعة**

استخدم العلماء الفوسفور المشع (٣٢) فى التعرف علـى كيفيـة الاستفادة المثلى من الأسمدة الفوسفاتية سواء من حيث الكمية أم النوعية أم زمن استخدامها ، وتقدير احتياجـات النباتـات مـن العنـاصر اللازمـة لنموهـا وكيفيـة امتصاصهـا لها وتحديد نوع وكمية أفضل الأسمدة لكل محصـول . كمـا أمكـن اسـتخدام العنـاصر المشعة فى التأثير على بذور وحبوب بعـض النباتـات لإحـداث مـا يسـمى بـالطفره الوراثيه (والطفره تغير مفاجئ فى الخلايا يترتب عليه إنتاج سلالات جديدة) ومن المعروف أن الطفرة نادرًا ما تحدث طبيعيا ولكن الإشعاعات تسـاعد علـى إحداثهـا بسرعة ، وبذلك يمكن الحصول على سلالات تتميز بصفات جديدة مثل مقاومتهـا للأمراض والحشرات والآفات الزراعية أو وفرة محصولها أو غير ذلـك مـن الصفـات المرغوبة . وقد أمكن استخدام الماء الثقيـل المحتوى علـى الأكسـجين المشـع لمعرفـة

مصدر الأكسجين الناتج من عملية البناء الضوئى وبذلك أمكن حل مشكلة كبيرة أثارت جدلا بين العلماء سنوات طويلة .

كما أمكن الإجابة على العديد من التساؤلات مثل تكوين السكريات فى النبات وهل يتكون مباشرة من تفاعل غاز ثانى أكسيد الكربون مع الماء فى وجود العوامل الأخرى اللازمة ؟ وتبين أن هناك منتجات ثانوية كثيرة تتكون أمكن فصلها وتقدير نسبتها ولو نجحت محاولة تقليد النبات فى إنتاج الأغذية العضوية لأمكن حل أكبر مشكلة تعانيها البشرية وهى مشكلة التغذية . واستخدمت المواد المشعة فى الأبحاث المؤدية لمكافحة الحشرات والآفات الزراعية كما أدخل الكوبالت المشع مع غذاء بعض الحيوانات للتعرف على حاجتها من الكوبالت الذى يدخل فى تركيب فيتامين ب١٢ ، واستخدمت العناصر المشعة أيضا فى العمل على زيادة إنتاج الأبقار للبن ، ولكن من الملاحظ أنه فى الآونه الأخيرة قل استخدام المواد المشعة فى الأبحاث الزراعية إلى حد كبير خوفاً من آثارها الضارة .

* الاستخدامات السلمية والإشعاع

تستخدم المواد المشعة فى الكثير من مجالات الحياة ، ففى الطب تستخدم فى تشخيص الأمراض سواء بالتصوير بالأشعة السينية أو باستخدام النظائر المشعة (سواء بالحقن أو عن طريق الفم) مثل اليود المشع ، كما يمكن استخدام الأشعة العميقة (أشعة جاما) فى علاج الأورام ، وكذلك تستخدم الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية فى علاج الأمراض الجلدية .

تستخدم الإشعاعات فى الصناعة سواء كمصدر للطاقة المحركة ، أو للكشف عن تلف وتآكل بعض الأجزاء كما فى محركات الطائرات مثلا حيث لا يمكن معرفة التلف بالأجزاء الداخليه لها بسهولة ، كما تستخدم المواد المشعة فى صناعة الساعات واللوحات المضيئة وفى حفظ المواد الغذائية (لأشعة جاما القدرة على قتل الجراثيم والطحالب ومنع نموها) ولذا تستخدم الإشعاعات فى تعقيم الخضراوات واللحوم والفواكه وغيرها . وتدخل المواد المشعة أيضا فى صناعة كواشف الدخان (أجهزة الإنذار عن الحرائق) والصمامات الإلكترونية وأجهزة التليفزيون ولوحات القيادة المضيئة فى الطائرات ... وغير ذلك فى كثير من الاستخدامات .

* الإشعاع .. والمجالات الكهربائية

نشرت إحدى المجلات العلمية موضوعا أثار الانتباه إلى مدى خطورة الإشعاع وهو أن * الحقيقة المؤلمه التى ينادى بها العلماء تقتضى ضرورة إعادة النظر فى كل جديد دخل إلى حياتنا والذى يمكن أن يؤدى إلى هذه التغيرات الجذرية فى صحة الإنسان المعاصر !!! إلى هنا وتنتهى الجمله ولكنها البداية عما نعيشه من واقع مؤلم باسم الحضارة ، فلا شك أننا لو نظرنا فى البيت الذى نعيش فيه فسنرى العجب .. الأجهزة التى تعمل بالكهرباء والتى لا يخلو منها بيت واحد سواء فى

* مجلة كنوز العلم – دار الاعلام والنشر العلمى – القاهرة ١٩٩٣ مقالة د. فاضل محمد على .

المدن أم فى القرى مثل التليفزيون والراديو والفيديو وجهاز الكمبيوتر وفرن الميكروويف ... وإذا سرنا فى الشوارع فسنجد الكثير من أبراج البث الإذاعى والتليفزيونى وأبراج الضغط العالى منتشره فى كل مكان .. خاصة فى المناطق العشوائية . حتى ملبس الإنسان الذى استغنى عن كل ما هو طبيعى من ملابس قطنيه وكتانيه وصوفيه واستبدلها بالملابس المصنوعة من الأليـاف الصناعية .. حتى البلاستيك إستخدمه الإنسان فى كل صغيره وكبيره ..

ولا يعلم الإنسان أن استخداماته هذه أدت إلى استحداث مجالات كهربائيه ومغناطيسيه وكهرومغناطيسية مختلفة .. وهذا هو الجديد الخطر فى حياتنا المعاصرة .. المتحضره !!

فلو أخذنا أحد الأجهزة التى انتشرت كثيرا فى حياتنا كجهاز الكمبيوتر مثلا .. فالجهاز له أخطاره الجسيمة لأنه يبدأ عند تشغيله بإرسال إلكترونات إلى شاشه مطليه بالفوسفور بواسطة مغناطيس ليشكل الصورة المطلوبة ، وتتشكل تلك الإشعاعات من كثير من الموجات مثل الأشعة فوق البنفسجية وأشعة الضوء المرئى وأشعة × والتى يمكنها أن تخترق الجهاز من جميع الجوانب لتؤثر على الشخص مستخدم الجهاز . ومن المعروف أن هذه الإشعاعات لها تأثيرات ضاره على الإنسان . ولا يقتصر الأمر على هذه الإشعاعات بل تطلق أجهزة الكمبيوتر أشعة الميكروويف غير المرئية ، ويشارك أجهزة الكمبيوتر فى ذلك أفران الميكروويف المنتشرة فى كثير من المنازل والتى لم تُعرف تأثيراتها كاملة بعد ، ولكن اكتشف

أحد الباحثين فى المركز الطبى فى **كانساس** بالولايـات المتحـدة الأمريكيـة أن هـذه الأشعة لها تأثير سيئ على حاجز المخ Blood Brain Barier (يحمـى سـائل النخـاع الشوكى) حيث تسبب الأشعة تدمير هذا الحاجز كما أنها ترفع نسـبة السـكر فى الدم وتؤثر على وظائف الكبد ، علاوه على ما يمكن أن يحدث للغذاء مـن تأثـيرات ضاره وتعرضه للتغير فى تركيب جزيئاتـه مـن جـراء اسـتخدام أفـران الميكروويـف وهذا يمكن أن يؤدى إلى تكوين مركبات جديده قد تكون سـامه وتسـبب سـرطان الأمعاء .

وفى أحد فنادق الكويت أقيم معرض لشركة عالمية كانت تُسوق منتجاتها من أفران الميكروويف عام ١٩٨٩م فانتهزنا الفرصة مستفسرين مـن مديـر الشـركة عن أضرار الإشعاعات المستخدمة فى مثل هذه الأجهزة وأبدينـا لـه رؤيتنـا العلميـة بخطورة مثل هذه الأشعة ومدى تأثيرها على مـن يسـتخدمها . وقـد وعدنـا المدير بالاتصال بالشركة المنتجة فى اليابان - لا داعى لذكر اسم الشركة هنا - وإعطائنـا كافة ما يثبت براءة مثل هذه الأجهزة من التلويث الإشـعاعى للبيئـة وأخـذ العنـوان وأرقام التليفونات ، وحتى هذا التاريخ لم يصل رد الشركة !!!

كما أثبت العلماء أن العاملين فى مجال الرادار ازدادت بينهم حالات تكون الماء الأبيض خلف عدسة العين والسبب فى ذلك أيضا هـو أشـعة الميكروويـف ... ولذلك فإن نسبة إعتام عدسة العين ، ومرض سرطان الدم (اللوكيميـا) يزيـد بـين الأشخاص الذين يعملـون علـى أجهـزة الـرادار ، وقـد قـام خـبراء سـلاح الطـيران

الأمريكى* بإجراء تجارب على الفئران حيث قاموا بتعريضها إلى تيار متقطع من أشعة الرادار لمدة قصيرة فى كل مره . وكانت النتيجة أن حوالى ٤٠٪ من هذه الفئران أصيبت بتدمير كامل لخلاياها التناسلية ، كما أصيبت حوالى ٣٥٪ منها بسرطان الدم وأثبتت بعض التجارب المماثلة التى أجريت فى الاتحاد السوفيتى " السابق " أن التعرض لموجات الرادار يؤدى إلى الإصابة بالصداع وفقدان الذاكرة والإجهاد العصبى .

كما أثبتت التجارب التى أجريت لبيان تأثير موجات الميكروويف حتى لو كانت هذه الموجات ضعيفة جدًا ، أن خلايا الدم البيضاء تفقد كثيرا من قدرتها ونشاطها عند تعرضها لموجات الميكروويف وكذلك لموجات التليفزيون .

وسواء انبعثت أشعة الميكروويف من أجهزة الكمبيوتر أم من أفران الميكروويف أم من كثير من الأجهزة التى تعمل بها والتى يستخدمها الإنسان ، فإن لها تأثيراتها على خلايا المخ ، وهى تؤدى إلى تغييرات فى السلوك مثل البلادة والاكتئاب ، وعدم القدره على التركيز علاوة على تأثيراتها على الأجنة فى أرحام الأمهات مما جعل بعض المؤسسات الاقتصادية فى **أونتاريو** بالولايات المتحدة الأمريكية تعفى النساء الحوامل من العمل على أجهزة الكمبيوتر .. ورغم ذلك فالدعاية قائمة على قدم وساق من أجل تسويق مثل تلك الأجهزة .

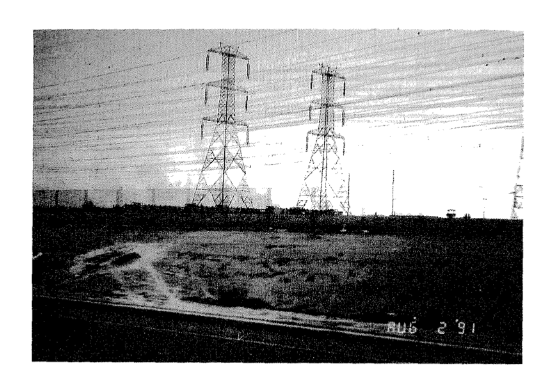
---

* التلوث مشكلة العصر – عالم المعرفة – الكويت ١٩٩٠ تأليف د. احمد مدحت اسلام .

كذلك الإشعاعات التى تصدر عن أجهزة التليفزيون (خاصة الملون) والمجالات الكهربائية المترددة والمغناطيسية والكهروستاتيكية والتى تؤثر على شبكية العين تأثيرا سيئا كما تؤثر على الحوامل مسببة لهن الإجهاض عند كثرة التعرض لهذه الإشعاعات . والآن نرى البعض يمكنهم إلتقاط إرسال الفيديو مثلا من مكان آخر ، وذلك يؤكد الجهود الكهربائية المرتفعة التى تعمل بها مثل هذه الأجهزة والتى تحيط بنا من كل اتجاه .

وفى بعض المدن القريبة من محطات توليد القوى الكهربائية أو بالقرب من أبراج الضغط العالى يمكن إضاءة لمبات النيون بالمنازل بدون توصيلها بمصدر كهربائى ، وذلك يؤكد لنا أيضا الجهود المرتفعه التى تعمل عليها ..

ولعله من المهم أن نذكر أن هذه التأثيرات الضاره لا تؤثر على الإنسان فقط ولكنها تؤثر أيضا على بقية الكائنات ، فمثلا بالنسبة للنباتات تؤثر على تركيز بعض العناصر اللازمه لنموها ، وأسلوب نموها والقيمة الغذائية والصفات الوراثية للثمار والخضراوات والفواكه .



شكل (٢٢) أبراج الضغط العالى وتلويثها للبيئة

*** النفايات الإشعاعية**

بدأت مشكلة النفايات النووية فى عام ١٩٤٤م مع أول إنتاج لعنصر البلوتونيوم فى ولاية **واشنطن** بالولايات المتحدة الأمريكية حيث تعتبر مخلفات

الوقود النووى من أخطر ملوثات البيئة . وتنشأ هذه المخلفات من الوقود المستخدم فى المفاعلات النووية والذى يتكون من مواد مشعه مثل اليورانيوم والبلوتونيوم التى تشع كثيرا من الإشعاعات . وبعد انتهاء عمر هذا الوقود فلا بد من التخلص منه ، وهذه المخلفات لها خطورة بالغه على جميع عناصر البيئة ، فلا يمكن دفنها فى باطن الأرض لأن الإشعاعات تظل تتسرب منها إلى المياه الجوفية ، كما أن التخلص من هذه النفايات المشعة يمثل مشكلة كبرى للكثير من الدول المتقدمة ولذلك تقوم هذه الدول بدفن مخلفاتها النووية فى أراضى الدول الفقيرة .

وحتى نتبين مدى خطورة المخلفات النووية قال العالم **دافيد** ١٩٧٣م : أن الولايات المتحدة الأمريكية تخزن من هذه الملوثات فقط ٢٠٠ خزان من الخرسانه المسلحه تحت سطح الأرض ، يتسع كل خزان لحوالى مليون جالون . ويقدر العلماء بأن ثلاثة جالونات فقط لو وزعت على كل سكان العالم لعرضت أجسامهم إلى نقطة الخطر الإشعاعى ، ومع ذلك فإن مائتى مليون جالون مخزنه فى الولايات المتحدة الأمريكية وحدها فماذا يحدث لو أصاب أحد هذه الخزانات الخلل وتسرب بعض ما فيه ؟

ومن ناحية تأثيرات الإشعاعات النووية على الإنسان فيمكن تصنيفها إلى إشعاعات خارجية وإشعاعات منطلقة من جسم الإنسان .

ولكن كيف يصل الإشعاع لجسم الإنسان ؟

يتنفس الإنسان الهواء المحيط به ويشرب الماء ويأكل الطعام الذى يرجع أصله إلى النبات الذى ينمو فى التربه ، ولهذا فإن الهواء والماء والتربه كلها تشترك فى إيصال الإشعاعات للإنسان كالتالى :

عن طريق هواء التنفس فتصل إلى الجهاز التنفسى . وعن طريق الطعام والشراب فتصل إلى الجهاز الهضمى .

تتلوث التربة بالمواد المشعة سواء من التفجيرات النووية عن طريق سقوط الغبار الذرى أو المخلفات المشعة وقد تكون التربة ملوثة طبيعيا بالمواد المشعة مثل عناصر الراديوم واليورانيوم حيث يمتصها النبات مع غيرها من العناصر اللازمة لنموه . وقد يحدث التلوث للنبات بالمواد المشعة المتساقطة على أوراقه وثماره ، ومن النبات تصل الإشعاعات إلى الإنسان والحيوان . وعن طريق الطيور وبقية الحيوانات التى تتغذى على النباتات الملوثة بالمواد المشعة حيث تختزنها فى أنسجة أجسامها ومنها أيضا تصل للإنسان عن طريق لحومها أو ألبانها .

كذلك فإن الأسماك وبقية الكائنات البحرية تختزن المواد المشعة المتسربه عن طريق التجارب النووية التى تتم تحت سطح الماء أو التساقط الذرى نتيجة للانفجارات النووية فى الهواء أو إلقاء المخلفات المشعة فى مياه البحار والمحيطات ومنها تصل إلى الإنسان الذى يتغذى على هذه الكائنات البحرية .

كما تصل الإشعاعات إلى جسم الإنسان من مصادر عديدة مثل المفاعلات النووية وأجهزة الكمبيوتر والأجهـزة الالكترونيـة وأفـران الميكروويـف والتليفزيـون كما يأخذ الجسم جرعات اشعاعية من مصادر طبيعية كالأشـعة الكونيـة ، وسـواء كانت الإشعاعات طبيعية أم صناعية فإنها تمثل خطرًا كبيرا على الإنسان لأن أغلبها له القدرة على اختراق الجلد وإمكانية الوصول إلى داخل جسم الإنسان .

وتتوقف خطورة التعرض للإشعاع على عوامل عديدة منها :

(١) الجرعة الإشعاعية .

(٢) مدة التعرض .

(٣) المسافة بين مصدر الإشعاع والجسم .

وتصل المادة المشعة لجسم الإنسان إما عن طريق الجلد حيث تصل إلى الدم خاصة إذا كان الجلد محروق وبالتالى تصل لجميع أنسجة الجسم عـن طريـق الـدم . كما تصل الإشعاعات إلى الرئتين عن طريق الجهاز التنفسـى حيـث تصـل إلى الـدم أيضا ضمن تبادل الغازات بين الحويصلات الهوائية والدم لتصل المادة المشـعه لجميع أجزاء الجسم . أما الطريق الآخر لوصول الأشعة لجسم الإنسان فهو الجهاز الهضمى عن طريق البلع مع الغذاء أو المـاء الملـوث بالمـادة الإشـعاعية حيـث تصـل لأنسـجة الجهاز الهضمى .

* تأثير الإشعاعات على الإنسان

من المعروف أن حيوانات التجارب المعرضه للإشعاعات تصاب بالسرطان في جميع أنسجة الجسم ولكن في الإنسان فإن الجرعات اللازمة لسرطنة نسيج ما تختلف باختلاف النسيج . وحتى الآن لم يعرف القدر الذى إذا تعرض له جسم الإنسان يصاب بالسرطان ولكن من المؤكد أن آثار الإشعاع على الإنسان تختلف باختلاف المصدر المشع وشدة الإشعاع وكذلك المدة التى يتعرض فيها الإنسان لهذا الإشعاع . وان تعرض الإنسان للإشعاعات الضعيفة مهما قلت شدتها يؤدى على المدى الطويل إلى الضرر بصحته ، ومن هنا تأتى كثرة الإصابات بالسرطان لمن يستخدمون أجهزة الأشعة فى الاغراض الطبية من فنيين وأطباء ومرضى .

فعندما تصل الإشعاعات إلى الجسم تؤثر فى الخلية الحية حيث تتلفها ، وقد يحدث هذا التلف أوراماً أو يؤثر على الجينات الوراثية ويحدث أيضا مرض يطلق عليه اسم المرض الإشعاعى فيحدث غثيان وقئ وإسهال يصاحبه فقدان الشهية للأكل والخمول والصداع وإسراع ضربات القلب ويكون ذلك بسبب التلف الناتج عن تعرض الخلايا للإشعاع . كما يصاب الجلد عند تعرضه للإشعاع باحمرار وتقشر وجفاف وتقرح .

ويعتبر الجهاز التناسلى من أكثر أجهزة الجسم تأثرا بالإشعاع حيث يدمر الحيوانات المنوية فتموت عند الذكور مما يؤدى للعقم وكذلك تدمر الخلايا التناسلية

بالمبيض عند المرأة فيحدث اضطراب فى إفـراز هرمونـات الأنوثـة وتصـاب بـالعقم أيضا .

وتسبب الإشعاعات عموما إتلاف الخلايا وضعـف مناعـة الجسـم وبالتـالى الإصابة بالسرطان . وقد وجد أن عدسة العين عندما تتعـرض للإشـعاعات تصـاب بمرض إعتام العدسة (الكتاراكت) . ومن تأثيرات الإشعاعات أيضا أنها تؤثر على الجينات الوراثية فتؤدي إلى حدوث خلل فى تكوين الكروموزومات ممـا ينتـج عنـه حدوث الأمراض الوراثية أو التشوهات الجينيـة أو التخلـف العقلـى ، وبعـض هـذه الصفات المرضية تنتقل من الآباء والأمهات للأبناء . وقد أثبتت الأبحاث العلميـة أن هناك علاقة أكيده بـين تعـرض الإنسـان للإشـعاعات وحـدوث الأمـراض الوراثيـة خاصة بين النساء الحوامل اللاتى يتعرضن لهذه الإشعاعات ، كما وجد أن الإصابـة تكون بنسبة أكبر خلال الشهور الأولى من الحمل .

وقد يتساءل البعض ، أليس هناك من بعض الأغذية التـى تقـى الجسـم مـن الإشعاع ؟

فى أحدث الأبحاث التى تمت فى القـاهرة عـام ١٩٩٤م تم إثبـات أن لكـل من فيتامين C ، E (ج ، هـ) القدرة على حماية الجسم ضد الإشعاع وخاصة أشعة جاما كما أنهما يؤجلان أعراض الشيخوخة . وهذان الفيتامينان متوافران فى كثـير من المواد الغذائية ، ففى حين يوجد فيتامين (ج) فى نباتـات البقدونـس والجوافـة

والفلفل الرومى والموالح بأنواعها (الليمون - البرتقال - اليوسفى) ، يوجد فيتامين (هـ) فى حبوب القمح والدقيق ومشتقاته والخس والبسله والفول السودانى وزيت الزيتون .

والإشعاع يعمل على تأين سوائل الجسم ، ومنها الماء إلى أكسجين وهيدروجين الذى يسبب أكسدة الدهون التى تدخل فى تركيب غشاء الخلية مما يؤدى إلى حدوث اضطراب فى عملية النفاذية لداخل أو خارج الخلية ، كما أنه يؤثر فى كفاءة الأحماض النووية R.N.A ، D.N.A التى تتحكم فى أنشطة الجسم المختلفة وتحمل الصفات الوراثية .

وهنا يجئ دور فيتامينى (ج ، هـ) اللذان لهما خاصية مضاده للأكسدة ، بمعنى أنهما يمنعان أكسدة الدهون ولذلك فإن حصول الجسم على هذه الفيتامينات يعمل على تقوية الجهاز الطبيعى المضاد للأكسدة فى الجسم وفى هذه الحالة فحصول الجسم على هذين الفيتامينين مفيد قبل التعرض للإشعاع كعامل وقائى وليس بعد التعرض له .

وعلاوة على ذلك فإن فيتامين (جـ) يزيد من كفاءة ونشاط كرات الدم البيضاء مما يعمل كوقاية من الأمراض السرطانيه وينظم انقسام الخلايا ويمنع الزيادة العشوائية فى انقسام الخلايا ويقيها من أى إضطراب .

الفصل العاشر

التـــلوث الضوضـائى . . . والبيئـــــة

﴿ واقصِد فى مَشيِكَ واغضض من صَوتكَ إن أنكَر الأصواتِ لصوتُ الحمِيرِ ﴾
﴿ سورة لقمان آية ١٩ ﴾

تعتبر الضوضاء (الضجيج) إحدى ملوثات البيئة فهى صوره من صور التلوث ولا تقل خطورة عن غيرها من الملوثات ، ربما كـان لعـدم رؤيـة الضوضـاء ولكون تأثيراتها داخلية هو الذى أدى إلى عدم الاهتمام بها كملوث ولكن تأثيراتها الضارة لم تعد الآن موضع شك .

وتعرف الضوضاء بأنها : جملة أصوات غير منتظمـة تحـدث تأثـيرا بـالضيق والقلق ، ومثيرة للعصبيـة ، كمـا يعرفهـا البعـض بأنهـا أصـوات ليـس لهـا صفـات موسيقية عذبة وغير مريحة للأذن . وقد جاء فى (لسان العرب) أن الضوضاء هـى أصوات الناس وجلبتهم وأن الضجيج هو الصياح عنـد المكـروه والمشـقة والجـزع ، وفى الـماضي ارتبطت الضوضاء بالظواهر الشديدة مثل الأعاصير وثورات البراكين والرعد ، فأثارت منذ القدم مكامن الخوف فـى الإنسـان ، وقـد استعمل الإنسـان هذه الظاهرة سلاحاً فى حروبه فكانت توجد قـوات خاصـة فـى الجيـوش مهمتهـا

افتعال الأصوات العالية لارهاب الأعداء . والضوضاء عبـاره عـن موجـات صوتيـه تنتقل عبر الهواء ، ومن المؤسف أن أغلب الناس لا يعرفون الأضرار الناتجة من جراء تعرضهم للضوضاء والأصوات العالية ، مع أننا نرى بوضـوح أن سـكان المـدن فـى حالة من القلق والتوتر نتيجة تعرضهم للضوضاء التى تشوه وتخرب المظاهر الجماليـة للطبيعة وتمزق السكون والهدوء بعكـس المجتمعـات الريفيـة والصحـراء البعيـدة عـن المدينة حيث يعيش السكان فى بيئة هادئة يتمتعون بهدوء الأعصاب وصفاء الذهـن لانهم بعيدين إلى حد كبير عن أصوات أجهزة التكنولوجيـا الحديثـة التـى سـاعدت على زيادة الضوضاء وتفاقم المشكلة .

* الضوضاء كمُلوث للبيئة

الضوضاء عامل مُلوث شـأنها فـى ذلـك شـأن العوامـل الملوثـة الأخـرى ، ولكنها تختلف فى أنها عامل مصاحب للإنسان لأنها ترتبـط بـالأصوات ، وبـالطبع لا يمكن أن يعيش الإنسان الطبيعى بمعزل عن الأصوات ، وقد اعتـبرت ملوثـا حـين زادت عـن الحـد المـألوف وذلـك لم يكـن معروفـا قبـل بدايـة عصـر الصناعـة . والضوضاء تلازم الإنسان فى المنزل وفى الطريق وفـى مكـان العمـل ، لأن مصـادر الضوضاء أصبحت متوفره فى كل مكان ، ويلجأ بعض سكان المدن للتخفيف مـن آثارها بالذهاب للأماكن الفسيحة فى البر أو فى الريف والابتعاد عـن حيـاة المدنيـه من حين لآخر ، ومن هنـا نـرى أهميـة المعيشـة الطبيعيـة والعيشـه بوسـائل بسـيطة وسهله وفطرية .

*** مصادر الضوضاء**

من اهم مصادر الضوضاء فى البيئة ما يلى :

(١) وسائل النقل والانتقال خاصة السيارات بأنواعها المختلفة ، والطائرات النفاثه ، والقطارات وغيرها .

(٢) عمليات البناء والهدم وآلات الحفر الميكانيكية .

(٣) المصانع ومحطات القوى .

(٤) اجهزة التكييف .

(٥) اجهزة الراديو والتليفزيون ومكبرات الصوت وأجراس المنازل .

(٦) الإنسان والحيوان .

تعتبر السيارات ووسائل الانتقال من أكثر أسباب الضوضاء خاصة فى المدن ، وقد اعتاد سكانها على الضوضاء بمرور الوقت ، ولكن ذلك لا يقلل من خطرها عليهم ، فمدينة كالقاهرة مثلا تعتبر من أكثر مدن العالم تلوثاً بالضوضاء ، فقد تجاوز مستوى الضوضاء بها المعدلات القياسية العالمية حسب ما أوردته منظمة الصحة العالمية (٧٥ ديسيبيل * Decibell وهو الوحدة التى تقاس بها شدة

---

* البل Bell وحدة قياس شدة الصوت ، وهى تنسب لمبتكرها العالم الأمريكى A.G.Bell ، وتستخدم عشر هذه الوحدة أى أن الديسيبل وهو يساوى (١÷١٠) لوغاريتم النسبة بين الضغط الناتج عن موجة الصوت وبين ضغط قياسى مقداره ٠,٠٠٠٢ داين/سم٢ .

الضوضاء ويبدأ هذا المقياس من الصفر حيث يكون الصوت خافت حتى ١٧٠ ديسيبل Decibell وهو صوت إطلاق الصاروخ الذى يحمل المكوك الفضائى ويعتبر أعلى صوت عُرف حتى الآن) لدرجة أن شدة الضوضاء تصل فى بعض الأوقات بالشوارع المزدحمة بالسيارات فى القاهرة إلى ٩٥ ديسيبل ولا تقل عنها بعض المدن العربية كدمشق والرياض فقد أظهرت بعض الأبحاث أن شدة الضوضاء فى شوارع مدينة الرياض* قد تراوحت بين ٤٠-٩٢ ديسيبل وبذلك فإنها تجاوزت أيضا الحد المسموح به عالميا . ويتضح من ذلك أن المدن العربية تعانى من التلوث الضوضائى شأنها فى ذلك شأن الكثير من العواصم والمدن العالمية الأخرى مثل لندن وباريس وشيكاغو ونيويورك ودلهى وطوكيو . ويتضح من هذه الدراسات أن وسائل المواصلات هى السبب الرئيسى للضوضاء فى هذه المدن .

وتصدر الضوضاء من السيارات نتيجة للعديد من الأسباب مثل صوت المحرك ، واحتكاك الإطارات بالأرض وصوت خروج العادم علاوة على صوت اصطدام الهواء بهيكل السيارة أثناء السير ، ولكن أكثر العوامل تسببا للضوضاء هو صوت احتكاك الإطارات بالأرض علاوه على أصوات آلات التنبيه التى يكثر استخدامها فى بعض مدن الدول المتخلفة .

ومع أنه لا يمكن للإنسان الاستغناء عن السيارة كوسيلة للنقل والمواصلات

---

* بحث بقلم نورى طاهر الطيب وآخرين - كلية العلوم - جامعة الملك سعود ١٩٩٠- المملكة العربية السعودية .

إلا أنه يجب إدخال التحسينات عليها لتقليل الضوضاء الناتجة عنها ، ولعـل السيارة الكهربائية هى أحد أنجح الوسائل لحل هذه المشكلة .

ولا يقتصر الأمر على الضوضاء القادمة إلينا من السيارات فى الشوارع بل إن مصـادر الضوضـاء تستخدم فـى المنـازل علـى نطـاق واسـع كمـا فـى الآلات الكهربائية المنزلية كالغسالة والخلاطـات والمكـانس والمكيفـات وأجهـزة التليفزيـون والمسجلات والراديو والتليفون والآلات الموسيقية الحديثة .

ومن المعلوم أن الموسيقى فى حـد ذاتهـا ليسـت ضوضـاء ، ولكـن الـذى جعلها تسهم فى الضوضاء هو ما ارتبط بها من تطور لأجهزة الإرسال والاسـتقبال والتسجيل والإذاعة ، وظهور آلات جديدة ذات أصوات عالية لم تكـن مستخدمه من قبل .

ونـرى الكثـير مـن الجـيران الذيـن لا يحـترمون حـق الجـيرة مـع أن الديـن الإسلامى الحنيف دعى إلى احترام شعور الجار ، عـلاوة علـى أن الـذوق والمشـاعر الإنسانية يدعوان إلى الاهتمام بالجيران ومراعاة أحوالهم النفسـية ، والتـاريخ يحدثنـا عن الكثير من القوانين والتشريعات التى صدرت لتأكيد ذلك ، فقد أصدرت ملكة بريطانيا (اليزابيث الأولى) قانونا يسمح لرعاياها بأن يضربوا زوجاتهم إذا أزعجوا نوم جيرانهم بعد الساعة العاشرة ليلاً ، كما كان هناك أيضا قانونا إغريقيا يمنع سير العجلات التى تجرها الخيل بالقرب من بيوت الفلاسفة والمفكرين وذلك خوفـا مـن

أصوات حوافر الخيول واصطدامها بالأرض فتعمل على إزعاجهم وقطع حبل أفكارهم ، وليعيشوا فى هدوء لأن الأعمال الكبيرة تأتى دائما مع الهدوء والحالة النفسية الجيدة ، وفى ذلك ما يؤكد لنا أن الإنسان عرف مضار الضوضاء منذ زمن طويل . وما نراه اليوم من وجود مكبرات الصوت فى أماكن كثيرة ومناسبات عديدة لَهُوَ أكبر دليل على عدم الوعى البيئى . وقد نهى الله سبحانه وتعالى عن ذلك فى القرآن الكريم حتى داخل المسجد وإن كان لقراءة القرآن الكريم :

﴿ **فلا تجهر بصلاتك ولا تخافت بها وابتغ بين ذلك سبيلا** ﴾

﴿ سورة الاسراء آية ١١٠ ﴾

كما جاء فى القرآن الكريم فى وصف الجنة ما يؤكد على أن الهدوء من صفاتها ﴿ **لا تسمع فيها لاغية** ﴾

﴿ سورة الغاشية آية ١١ ﴾

وتعتبر الطائرات النفاثة أيضا أحد مسببات الضوضاء حيث يتراوح مستوى الضجيج الذى يصدر من محركاتها بين (١٢٠ - ١٣٠) ديسيبل . وهو ينتشر فى مساحات واسعة ، ولقد بينت الأبحاث العلمية أن مقدار حليب الحيوانات بالمزارع المقامة قرب المطارات أقل من كمية الحليب المنتجة من حيوانات المزارع المقامة فى المناطق البعيدة عن الضوضاء ، كما يقل إنتاج الدجاج للبيض أيضا فى المزارع المقامة فى المناطق عالية الضوضاء أو بالقرب من المطارات ، وقد أثبت أحد العلماء فى هولندا أن نمو النباتات يزداد أيضا فى المناطق الهادئه عنه فى المناطق عالية

الضوضاء ، ولذلك فإن بعض الدول ومنها دول الخليج قد منعت تحليق طائرات الكونكورد فى أجوائها لما تسببه من ضوضاء عالية .

وقد طالعتنا الصحف قريبا بأن محكمة يابانية قد أصدرت حكما ضد الحكومة اليابانية بدفع مبلغ ٨٩٤ ألف دولار لـ١٣٣ من سكان منطقة فى جنوب طوكيو تقع بالقرب من قاعدة عسكرية بعد أن قام سكان المنطقة برفع دعوى قضائية ضد الحكومة يطالبونها بدفع تعويض لهم عن الإزعاج والأرق الذى تسببه لهم الطائرات .

وقد أجريت العديد من الدراسات عن تأثير الضوضاء على رجال المرور وسائقى السيارات والعاملين بالمطارات فتبين أن أغلبهم قد ظهرت عليه بوادر ضعف السمع أو فقده حسب طول فترة تعرضهم للضوضاء .

ولا تقل آلات المصانع عن السيارات والطائرات فى إحداثها للضوضاء فهى تساهم بنسبة كبيرة فى الضوضاء خاصة بالمناطق الصناعية ، وقد أثبت عالم سويدى فى عام ١٦٧٠م أن الصمم كان منتشرا بين العمال الذين يقضون أغلب وقتهم بجوار الآلات وكذلك بين النحاسين والحدادين ، ولا شك فى أن الضوضاء قد ارتبطت بالتقدم الصناعى لدرجة تزداد يوما بعد يوم ، وليس أدل على ذلك من الدراسات التى أجريت لمعرفة تأثير الضوضاء على حالة العمل والعمال ، ففى تجربة على عمال مصنع يتصف بالضجيج خلال يوم عمل كامل وجد أن أول رد فعل

ظهر على العمال بعد دقائق من دخولهم المصنع الاحساس بالتوتر ثم طنين فى الأذن وبمضى الوقت تتكيف الأذن مع الضوضاء ويقل الاحساس بالأعراض المرضية ، ولكن باستمرار التعرض للضوضاء يبدأ الجهاز السمعى بالتدهور وتظهر الحالات المعروفة بالصمم المهنى .

ويحلو لبعض الناس أن يفسر ارتباط الموسيقى الصاخبة والضوضاء تفسيرا أساسه تغير نمط العلاقات الإنسانيه فى العصر الحديث ، فيقول أن الشباب يسعون بموسيقاهم هذه إلى إقامة ما يمكن أن نسميه بالحاجز الصوتى الذى يفصلهم عن عالم الكبار ، فينفردون خلف هذه الحاجز بمنطقة مستقله يمارسون فيها حريتهم ومتعهم دون أن ينغص عليهم الكبار حياتهم وذلك رغبة فى أن يكون لهم صوت مسموع يثبت وجودهم ويلفتون النظر إليهم ، وما نسمعه اليوم من أصوات الستيريو العالية فى سيارات الشباب التى تجوب الشوارع ما هو إلا أكبر دليل على ذلك . ولو علم هؤلاء الشباب الضرر الذى يصيب آذانهم وصحتهم لما فعلوا ذلك . فقد لوحظ أن الموسيقيين الذين يعيشون أغلب وقتهم وسط صخب صوتى يصل إلى ٨٠ ديسيبل يتأثر سمعهم ، ويفقد الغالبية منهم القدرة على السمع وهم فى سن الشباب . ويستخدم رجال المخابرات الضوضاء فى سحب الاعترافات من ضحاياهم ، فعند توجيه الأصوات العالية الصاخبة يتهيج جهازهم العصبى وينقطع النوم وتقل فترات راحتهم ثم يحدث الإعياء والانهيار لهم وهذا ما نسميه غسيل الدماغ .

وتختلف الضوضاء باختلاف الوقت فعلى سبيل المثال قد يكون سماع رنين جرس التليفون أثناء الليل غاية فى الإزعاج بينما يكون شيئا عاديا أثناء النهار ، كما لوحظ أن هناك علاقة بين أشهر السنة والضوضاء فالشتاء سمته الهدوء والسكون بينما الصيف يتميز بالحركة والنشاط والضوضاء ، كما أن العامل النفسى له دخل كبير فى الإحساس بالضوضاء يختلف من شخص لآخر أو حتى عند الشخص الواحد من وقت لآخر ، فالشخص المقبل على النوم يعتبر صوت الموسيقى المنطلق من حفل موسيقى فى منزل مجاور ضوضاء ، فى حين لو كان قد دعى إلى الحفل فإنه سيشارك المحتفلين فى سرورهم بالعزف ولن يتضايق بهذا الصوت مع أنه قد صار أقرب له .

وقد يكون مستوى الضوضاء مثيراً لأحد الناس عند مستوى معين فى حين يكون نفسه عاديا بالنسبة للآخرين ، كما نلاحظ عند سماع صوت التليفزيون العالى أو الستيريو حيث يستجيب له البعض فى حين ينزعج منه آخرون ، وبصفه عامة فالإنسان فى حالته النفسية الجيدة يتقبل درجات من الضوضاء ما كان ليتقبلها فى الظروف النفسية السيئة .

ويتدخل عامل الزمن مع شدة الصوت فى تحديد درجة تأثير الضوضاء على الإنسان ، فكلما طالت مدة التعرض للضوضاء تزايد التأثير العصبى أو العضوى الناتج . ولقد تعود الانسان خلال مراحل تطوره الحضارى تقبل درجات عالية من

الصوت والنغمات ولكنه كان يدرك بالفطرة أن الضوضاء تثـير أعصابـه ، ويرتبـك فى أعماله ، وتعكر عليه صفاء ذهنه وانسجام سلوكه ، وتبعث فيه القلق والتوتر .

فقـد أجـرت شـركة تـأمين أمريكيـة تجربـة لمعرفـة تأثير الضوضـاء علـى موظفيهـا ، فـزودت حجـرات مكـاتبهم بطبقـات مـن المـواد العازلـة للصـوت ، واستمرت التجربة لمدة عـام ، وقورنـت النتـائج بالعـام السـابق للتجربـة ، فكـانت النتائج كما يلى :

- قلت الأخطاء الشخصية للموظفين بنسبة الثلث .
- قلت نسبة الانقطاع عن العمل بمقدار النصف .
- زادت نسبة الإنتاج بمقدار ١٠٪ .

كما أثبتت التجارب المماثلة أن نسـبة الطـلاق تزيـد بـين الرجـال والنسـاء العاملين فى مصانع تتصف بالضوضاء العالية ، ويعـود ذلـك إلى توترهـم النفسـى ، كما وجد أن المدارس الموجوده بالقرب من الطـرق السـريعة أو الشـوارع المزدحمـه يتعرض طلابها لضوضاء مستمره وأن ذلك يؤثـر تأثـيرا كبـيرا علـى درجـة فهمهـم وتقبلهم لما يتلقونه من معلومات ، كمـا تكـثر بينهـم الأخطـاء الإملائيـة عنـد فتـح النوافذ ، ولوحظ أيضا أن هذه الأخطاء تقل كثيرا عند إغلاق النوافذ مما يدل على أنه كلما قلت الضوضاء قلت الأخطاء وزاد استيعاب الدروس .

كيف تصل الضوضاء للأذن ؟

من المعروف أن الاذن تقوم بتحويل الموجات الصوتية إلى إشارات كهربائية تنتقل عبر الأعصاب السمعية إلى المراكز السمعية فى المخ ، وتتعرض الأذن للتلف نتيجة تكرار سماعها لأصوات مزعجة عالية حيث تؤثر على الأجهزة العصبية ومراكز السمع فى المخ ويبدأ ضعف السمع تدريجيا حتى يؤدى فى النهاية إلى فقده .

وقد أجريت العديد من التجارب لمعرفة تأثير الأصوات العالية على السمع فى الإنسان فتبين منها أن التعرض المستمر لمستوى ٩٠ ديسيبيل ولفترة ٨ ساعات يوميا ينتج عنه ضعف ثم فقد للسمع بنسبة كبيرة .

فمن المعروف أن الأذن تبدأ بالإحساس بالصوت عند ٣ ديسيبيل ويصبح الصوت مفهوما من ٥ ديسيبيل ويكون مرتفعاً اعتباراً من ١٠ ديسيبيل فما فوق ، ولكن عند وصول الصوت إلى ١٣٠ ديسيبيل يحس الإنسان بألم فى الأذن وقد يسبب تلفا فى جهاز السمع إذا استمر فترة من الزمن ، ويكون التلف فوريا ويحدث بمجرد التعرض للصوت إذا كان فى حدود ١٦٠ ديسيبيل .

ويبين الجدول التالى مستويات أهم الاصوات فى البيئة :

رقم	مصدر الصوت	مستوى الصوت (ديسيبل)
١	حد السمع الأدنى	صفر
٢	بداية السمع	١٠
٣	حفيف الأوراق	٢٠
٤	الهمس	٣٠
٥	منطقة سكنيه هادئة فى الليل	٤٠
٦	محادثات على مسافة ١,٢ متر	٥٠ - ٦٠
٧	جهاز تكييف من الخارج (١ متر)	٧٠
٨	خلاط	٨٠
٩	شاحنة ديزل (١٥ متر)	٩٠
١٠	شاحنة جمع القمامة	١٠٠
١١	حفلة ديسكو	١١٠
١٢	اقلاع طائرة نفاثه (٣٠ متر)	١٢٠
١٣	اطلاق صاروخ ، الصوت على حاملة الطائرات	١٥٠ - ١٧٠

جدول (٦) مستويات بعض الاصوات فى البيئة

*** أخطار الضوضاء على الإنسان**

لا تقتصر الأضرار التى تسببها الضوضاء على الجهاز السمعى أو العصبى فقط ، فهناك أبحاث علمية أكدت أن تأثير الضوضاء قد امتد إلى البصر أيضا - هذه الأبحاث التى أجريت على العمال فى المصانع التى تشتد فيها الضوضاء - أثبتت أن قوة إبصار الذين يتعرضون باستمرار للضوضاء تضعف بشكل ملحوظ ، كما أثبتت أبحاث علمية أخرى أن الضوضاء الشديدة يمكن أن تصيب الجنين بحركات عصبية بعد ولادته .

والضوضاء المفاجئة تسبب حدوث تغيرات فى جسم الإنسان ، فهى تسبب انقباض الشرايين والشعيرات الدموية ورفع ضغط الدم وارتفاع نسبة الإصابة بأمراض القلب الناشئة عن تصلب الشرايين ، فمن المعروف أن مكونات الدم (كرات الدم الحمراء وكرات الدم البيضاء والصفائح الدموية) تتعرض لتغيرات كيميائية وفيزيائية فى الأشخاص الذين يعانون من التوتر العصبى ، وهذه التغيرات تشمل زيادة نسب الدهون والكوليسترول والأنسولين والادرينالين مما يساعد على زيادة التوتر والعصبية ، وزيادة قابلية الصفائح الدموية للإلتصاق ببعضها مكونة الجلطات ، كذلك نقص قدرة كرات الدم الحمراء فى التخلص من الأكسجين ونقص تركيز البوتاسيوم فى عضلة القلب بسبب زيادة إفراز هرمون الكورتيزون . وهذه التغيرات تؤدى إلى سرعة ضربات القلب وارتفاع ضغط الدم* ونلاحظ ان

---

* H. Selye , The Stress of life , Mc Graw Hill 1956

سكان الريف تقل بينهم الإصابة بأمراض ضغط الدم بينما تزيد بين سكان المدن خاصة المناطق المكتظة بالسكان أو الصناعية وقد ذكر تشمين Chemin أن العمال الذين يتعرضون لضوضاء تبلغ حدتها ٧٠ ديسيبل لمدة بين ٢٠ – ٢٥ دقيقة متواصلة يحدث عندهم ارتفاع فى ضغط الدم بمقدار ٢٠ ملليمتر زئبق .

كما تؤدى الضوضاء للإضطراب فى عملية التنفس وقد تؤثر على وظائف المخ ، وتحدث نقصا فى إفراز الحمض المعدى مما يؤدى إلى عسر الهضم كما يتأثر الكبد والكلى ، ولعل الصداع هو أكثر الأعراض انتشارا نتيجة للضوضاء .

وكما قلنا بأن مراكز الإحساس بالسمع فى المخ تتأثر كثيرا بالضوضاء ويبدأ ضعف السمع تدريجيا حتى يفقد تماما ويؤدى إلى الصمم . ويمكن إدراك ذلك الأثر إذا علمنا أن القبائل التى تسكن جنوب السودان حيث لا توجد أصوات عالية لديهم إلا الدواجن وما يصدر عنها من أصوات خافته تكتمها المزروعات ، حيث لاتوجد طرق أسفلتيه أو أى سطوح عاكسه للصوت فى المنطقة . وقد وجد بالبحث أن أفراد هذه القبائل الذين تقع أعمارهم بين ٧٠ – ٧٩ عاماً يستطيعون سماع أصوات لا يمكن أن يسمعها الشباب فى سن ٢٥ عاماً من الذين يعيشون فى المدن الصاخبة .

ولعل ذلك يوضح لنا جانب هام من المشكلة ، وهو الجانب الأخلاقى ، فهذا التسيب فى تعامل الناس مع الأصوات يرجع إلى الفوضى التى حلت محل

بعض القيم الأخلاقية والتى جعلت الحياة فى المدينة على عكس ماهو مطلـوب مـن حياة متحضرة . فنحن بحاجة إلى الوعى البيئى بأضرار الضوضـاء والتمسـك بـالقيم الفاضله التى تعيد لأنماط التعامل ، والعلاقات الاجتماعية فى المدينـة مـا هـو منتظـر من حياة توصف بأنها متحضره . يجب أن يكون ذلك ضمـن دعـوة شـاملة لتنميـة الوعى البيئى بين المواطنين بماهية الضوضاء وباحترام الملكية العامة للفضاء الصوتى . فالأذن مثل العين جوهرة غالية ، ونعمة السمع من النعم الكثيرة التى أنعم اللـه بهـا علينا فيجب المحافظة عليها .

*** كيف نتقى أخطار الضوضاء ؟**

هناك الكثير من الطرق التى يجب أن نتبعها لنقلل من تأثير الضوضـاء علـى الإنسان بقدر الإمكان مثل :

(١) أن يقل عدد سكان المدن بحيث لا يتجاوز خمسين ألف فقط .

(٢) ان تحاط المدينة بحزام من الأشجار والمزروعات وخاصة بعض الاشـجار التـى ثبت أنها تقلل الضوضاء إلى حد كبير مثل أشجار الفيكس والدورانتا .

(٣) يزاد عدد المنتزهات لأن لها تأثيرا نفسياً طيباً يساعد على تهدئة الأعصاب .

(٤) ينصح خبراء تخطيط المدن أن يتم تخصيص مناطق صناعية بعيده عن المسـاكن وأن يراعى فى ذلك اتجاهات الرياح عند إقامتها .

(٥) الابتعاد عن إقامة المساكن والمدارس بجوار المطارات والتى يجب أن تكون بعيدة عن المدن .

(٦) مراعاة القواعد السليمة فى البناء للتخفيف من صدى الأصوات وتغليف الجدران بمواد عازلة للأصوات .

(٧) عدم استخدام أجهزة التنبيه فى السيارات إلا فى حالات الضرورة .

(٨) منع السيارات التى تكون مواسير العادم بها مثقوبه أو تالفه من السير .

(٩) التحكم فى آلات المصانع بطرائق عديدة لامتصاص الضوضاء الصادرة عنها .

(١٠) استخدام كواتم الصوت فى المصانع .

(١١) قيام أجهزة الإعلام سواء عن طريق الصحافة أو الاذاعة أو التليفزيون بتعريف المواطنين بالأخطار الصحية والنفسية والعصبية المرتبطة بالضوضاء .

(١٢) غرس القيم البيئية فى نفوس النشء خاصه بين تلاميذ المدارس وتعريفهم بأخطار الملوثات ومنها التلوث الضوضائى .

الفصل الحادى عشر

تلــــوث المــــاء . . . والبيئــــة

﴿ وجعلنا من الماء كل شيء حي افلا يؤمنون ﴾
﴿ سورة الأنبياء آية ٣٠ ﴾

بدون الماء لا تكون هناك حياة ، فبدونه لا تنمو النباتات التى تقوم بعملية البناء الضوئى ، ففى هذه العملية يقوم النبات بتحليل الماء إلى عنصرية وهما غازا الهيدروجين والأكسجين ، حيث يتصاعد الأخير للهواء الجوى والذى لولاه لما عاشت الكائنات الحية ، أما الهيدروجين فيكون مع غاز ثانى أكسيد الكربون سكر الجلوكوز ومنه يبدأ تكوين جميع المواد الغذائية . لذلك فالماء هو المصدر الأساسى للحياة .

نلاحظ دائما وعلى مر التاريخ أن الحضارات تنمو مع وفرة الماء ، وكلما ازدادت أعداد السكان زادت نسبة استهلاك المياه ، سواء للشرب أو لمختلف الاستخدامات البشرية من أنشطة زراعية وصناعية ... الخ .

وتقدر كمية الماء فى الكرة الأرضية بـ ١٫٤ مليار كيلومتر مكعب منها ٩٧٪ عبارة عن مياه البحار والمحيطات (من هذه الكمية ٢٪ جليد القطبين

الشمالى والجنوبى) أما المياه العذبة فهى تبلغ ٠,٨٪ تقريبا . وتحتوى مياه البحار والمحيطات على ١٣٥٠ مليون كيلومتر مكعب من المياه ، ويمثل جليد القطبين ما يقارب من ٤٠ مليون كيلومتر مكعب ، كما تحتوى الأنهار والبحيرات على حوالى ٤٠٠,٠٠٠ كيلومتر مكعب من المياه العذبة . ورغم ذلك تطالعنا إحصائيات منظمة الصحة العالمية بأن هناك ٤٥٠ مليون شخص فى ٨٠ دولة يعانون من قلة المياه أو يستخدمون مياهاً ملوثه . أما المياه الجوفية فتصل كميتها إلى حوالى ٤ مليون كيلومتر مكعب ، كما يوجد الماء فى الغلاف الجوى على هيئة بخار وسحب وثلوج حيث يكون حوالى ١٥٠٠٠ كيلومتر مكعب .

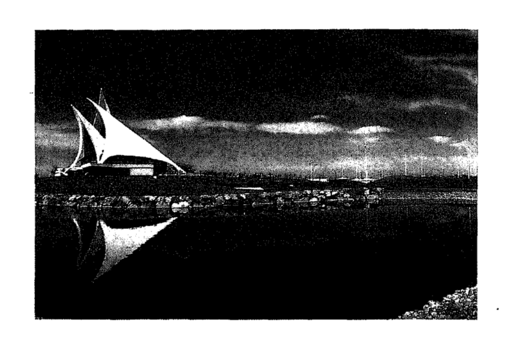
وتغطى المياه حوالى ٧١٪ من سطح كوكب الأرض ، وأما باقى السطح (٢٩٪) فتكونت عليه القارات ، وليست هذه النسبة وليدة الصدفة ولكنها لحكمة إلهية ، حتى يتم تلطيف مناخ الأرض بتوزيع درجات الحرارة على سطحها توزيعاً منتظماً ولولا ذلك لأصبحت فروق درجات الحرارة على الأرض كبيرة جداً لدرجة لا تسمح بقيام حياة فيها كما هو حادث على سطح القمر - الخالى من الماء - حيث تصل درجة الحرارة على سطحه نهاراً إلى درجة غليان الماء (١٠٠° س) وتصل ليلا إلى ما دون الصفر السيليزى .

وحتى تتخيل مقدار كميات الماء فى البحار والمحيطات ، تصور أنها تغطى سطح اليابسة بطبقة ، هذه الطبقة سيبلغ سمكها ١٣ كيلومتر تقريبا . ويقدر

متوسط عمق المحيطات بحوالى ٤٧٠٠ متراً ، ويبلغ أقصى عمق معروف حوالى ١١٠٠٠ متراً وذلك فى المحيط الهادى بالقرب من الفلبين .

والماء يمثل فى المتوسط حوالى ٦٣٪ من وزن الجسم (تختلف هذه النسبة من عضو لآخر) كما يمثل الماء نسبة أكبر من وزن النباتات . ومن المعروف أن المياه المالحه والتى تكون النسبه الغالبة من المياه على سطح الأرض غير صالحه لاستخدام الإنسان كما هى ، ولابد من تحويلها إلى مياه عذبة ، وهذا يوضح أهمية الالتزام بترشيد استهلاك المياه . فقد تبين للإنسان أخيرا أن المياه العذبة لن تكون سهلة المنال فى المستقبل القريب ولا بد له أن يدرك أهمية عدم الإسراف فى استعمالها عملا بقوله تعالى فى كتابه الكريم ﴿ **كلوا واشربوا ولا تسرفوا** ﴾
﴿ سورة الأعراف آية ٣١ ﴾

وما نراه ونسمع عنه من مشكلات الجفاف التى تعانى منها كثير من البلاد بين الحين والآخر لهو أوضح دليل على ذلك فالماء ضرورى لقيام كل عضو من أعضاء الجسم بوظائفه الحيوية ، وبدون الماء لا يمكن لهذا العضو أن يستمر فى عمله ، ومن الوجهه الكيميائية فوجود الماء لازم لحدوث التفاعلات الكيميائية التى تتم فيه ، وهو يحتوى على غاز الأكسجين الذائب الضرورى لحياة الكائنات الحية التى تعيش فيه كما يحتوى على غاز ثانى أكسيد الكربون الذى ينطلق من الكائنات الحية أثناء عملية التنفس ، والذى تزداد نسبته فى العمق نتيجة عمليات التعفن والتخمر التى تستهلك كمية من الأكسجين .



شكل (٢٣) الماء فى الطبيعة

وتحتوى مياه البحار على ثروات هائلة ، فهى أولا المصدر الرئيسى لأملاح وأكاسيد معدنية كثيرة مثل ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) الذى لا نستغنى عنه وكذلك أملاح كلوريد وكبريتات الماغنسيوم التى تمدنا بعنصر الماغنسيوم الذى يدخل فى كثير من الصناعات مثل الطائرات والقنابل المضيئة ، وأملاح البروم واليود الهامة فى صناعة الأدوية والصبغات وكذلك أملاح النيتروجين والفوسفور التى لها أهمية خاصه فى مياه البحار بالرغم من ضآلة تركيزها حيث تمتصها

البلانكتونات النباتية التى تعتبر مصدر الغذاء لكل الأحياء البحرية الأخرى . وهناك ثروات معدنية تترسب على شواطئ البحار والمحيطات وأمام دلتا الأنهار كالتبر والماس ، كذلك اللؤلؤ والمرجان المستخدم فى الزينة ، كما توجد مناجم المنجنيز والفوسفوريت فى قيعان المحيطات كذلك يستخرج البترول من مكامنه الممتده تحت قيعان البحار ، أيضا توجد الرمال المشعة التى تحتوى على معادن الزركون والمنجنيت والمونازيت ، ويقول الله تعالى فى كتابه الكريم عن ثروات البحار

﴿ وهو الذى سخر البحر لتأكلوا منه لحما طرياً وتستخرجوا منه حليةً تلبسونها ﴾

﴿ سورة النحل آية ١٤ ﴾

وتتصل جميع البحار والمحيطات ببعضها البعض ، وتتبادل المياه عن طريق التيارات السطحية والعميقة والتى تتكون بتأثير حرارة الشمس حيث تقوم الشمس بتسخين الهواء الملامس للماء فتحدث الرياح التى تدفع بدورها المياه السطحية فى اتجاه هبوبها ، كما أن الحرارة تغير من كثافة الماء فينتقل الماء الأقل كثافة إلى السطح بينما يهبط الماء الأكبر كثافة بتأثير الجاذبية وتيارات الحمل إلى القاع فتحدث التيارات العميقة .

ونجد أن للماء دورة فى الطبيعة فقد علمنا أن المياه تغطى حوالى ٧١٪ من سطح الكرة الأرضية ، حيث يتبخر جزء من المياه المعرضه للجو ويرتفع البخار إلى أعلى فتنخفض درجة حرارته ويتكثف مكونا السحب التى تسقط مطراً فتغذى الأنهار والبحار والمحيطات والمياه الجوفية مرة أخرى . والمطر لا يهطل على جميع أنحاء الكرة الأرضية بالتساوى ولكنه يهطل قليلا فى بعض المناطق وفى مناطق

أخرى يهطل بغزاره ، ولو سقط بالتساوى على جميع أجزاء الكرة الأرضيـة لجعلهـا كلها خضراء يانعة مزدهرة . ولكنها حكمة اللـه !!

فالمحيطات والبحار يتبخر منها يومياً حوالى ٨٧٥ كيلومتر مكعب من الماء ، يعود منها حوالى ٧٧٥ كيلومتر مكعب يوميا على هيئة أمطـار بينمـا تحمـل الريـاح إلى اليابسة حوالى ١٠٠ كيلومتر مكعب فـى اليـوم . وتفقـد اليابسـة حـوالى ١٦٠ كيلومتر مكعب من الماء يوميا على هيئة بخار ولكنها تستقبل ٢٦٠ كيلومتر مكعب يوميا على هيئة أمطار (جملة ما فقدته علاوه علـى مـا حملتـه لها الريـاح مـن ميـاه المحيطات) ولكن هذه الزيادة الأخيرة (١٠٠ كيلومتر مكعب) تعود إلى المحيطـات والبحار مره أخرى عن طريق الأنهار والمياه الجوفية التى تذيب بعض الأمـلاح أثنـاء سريانها فى طبقات الأرض ولذلك تتكون ينابيع المياه المعدنية .

من كل ما سبق نـرى أن للمـاء دورة طبيعيـة تبـدأ بالبخـار المتصـاعد مـن المسطحات المائية ، ونتيجة انخفاض درجة حرارته يكون السحب أو يتجمد ويكون الجليد على الجبال – ثم ينزل السحاب على هيئة مطر . ونتيجة لسقوط الأمطار أو انصهار الجليد يجرى الماء فى صوره أنهار وجداول ، كما يكـون البحـيرات العذبـة والتى تصب بدورها فـى البحـار والمحيطـات أمـا الجـزء الآخـر فيتسـرب إلى بـاطن الأرض على أعماق مختلفة فى صورة مياه جوفيه قد تخرج على سـطح الأرض علـى شكل ينابيع أو آبار معرضه للتبخر أيضا ..

والمياه الجوفية تعتبر المورد الوحيد للمياه فى كثير من بلدان العالم التى تفتقر إلى الأنهار وهى تتميز عن المياه الأخرى لأسباب عديدة أهمها :

(١) أقل عرضه للتلـوث بنفايـات المصـانع والمجـارى ولكـن الإنسـان فـى العصـر الحديث لم يتركها كذلك بـل دفـن النفايـات السـامة والمشـعة فـى الأرض فوصلت إلى المياه الجوفية ولوثتها .

(٢) المياه الجوفية لا تتعرض لأخطار الفياضانـات ، كذلـك فـإن المسـاحات التـى تشغلها يمكن استغلالها فى الزراعة .

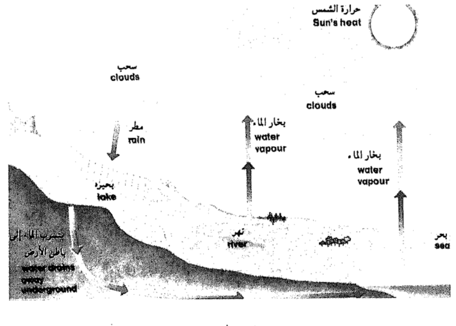
(٣) تـمثل إحتياطيا هـائلا مـن المـاء يمكـن الاستفادة منه عنـد حـدوث نوبـات الجفاف .

(٤) استخدامها أقل تكلفة من استخدام المياه السطحية ، فحفر بئر لا يتكلف بناء وإقامة قنوات للرى وخزانات عـلاوه علـى مصـاريف صيانتهـا مـن وقـت لآخر .

وبالرغم من أن كمية المياه فى الـدورة الطبيعيـة ثابتـة تقريبـا إلا أن طريقـة توزيعها والتحكم فيها قد تخضع فى كثير من الأحيان لإرادة الإنسان .

ويعتبر مـاء المطر مـاء مقطراً فهـو أنقـى أنـواع الميـاه - هكـذا كـان فـى الماضى - ولكنه الآن ومنذ اللحظة الأولى لتكثف بخار الماء فإن التلوث يصل إليـه ، إذ أن بخار الماء يبدأ فى التكثف حول جزيئات صغيرة بـاردة مـن الغبـار أو السـناج الناتج من المصانع ، ويذوب فى مياه الأمطار كثير من الغازات ، كما يُحْمل بالغبار

المتطاير بالإضافة للميكروبات العالقة بالجو . ولكن على الرغم من كل هذا فإنه يكون عمليا فى صوره نقية نسبياً ، وهذا المصدر من الصعب الاعتماد عليه كمصدر للمياه وذلك لصعوبة جمعه أو التنبؤ الدقيق بموعد سقوط المطر .



شكل (٢٤) دورة الماء فى الكون

وبالرغم من أهمية الماء للحياة سواء للشرب أو للرى وتوليد الطاقة واستخدامه فى الصناعة ... إلخ إلا أن الإنسان يقوم بتلويثه وجعله غير صالح للاستهلاك وذلك بضخ النفايات والملوثات إلى مصادره رغم أن القرآن الكريم قد حذرنا من ذلك إلا أن الإنسان لا يحافظ على النعم التى أنعم الله بها عليه .

﴿ ظهر الفساد فى البر والبحر بما كسبت أيدى الناس ﴾

﴿ سورة الروم آية ٤١ ﴾

وبنظرة سريعة سيتضح لنا أهمية الماء الذى لا نحرص عليه ، فعلى سبيل المثال الأرز وهو غذاء رئيسى لملايين البشر يحتاج إنتاج الكيلوجرام منه حوالى ٢٥٠٠لتراً من الماء بينما يحتاج إنتاج كيلو جرام واحد من اللبن إلى ٤٢٠٠ لتراً من الماء ، ويحتاج إنتاج كيلوجرام من اللحم إلى حوالى ٣٢٠٠٠ لتراً من الماء (حيوانات اللحوم تتغذى على النباتات كما أنها تستهلك ماء للشرب) .

ومع أن النبات يحصل على كميات كبيرة من الماء من التربة إلا أنه يطرح الجزء الأكبر مما يحصل عليه إلى الخارج على شكل بخار ماء من خلال الثغور فى عملية النتح ، أما العمليات الصناعية فتحتاج كميات أكبر من الماء من تلك التى تحتاجها العمليات الزراعية ، فتصنيع سيارة واحدة يستهلك ٤٠٠,٠٠٠ لتراً من الماء وللحصول على طن واحد من الحديد تحتاج إلى ١٦٠,٠٠٠ لترا من الماء وإنتاج طن واحد من الورق يستهلك ٨٠٠,٠٠٠ لترا من الماء وصناعة طن واحد من البلاستيك يستهلك ١,٣٢٠,٠٠٠ لترا من الماء .

الماء إذن مكون أساسى من مكونات البيئة لا يمكن الاستغناء عنه لاستمرارية الحياة .

* **التلوث المائى**

التلوث المائى فى أبسط صوره هو " إفساد نوعية الماء مما يؤدى لحدوث خلل فى نظامه الأيكولوجى فتصبح المياه ضارة أو مؤذية " ويمكن التعرف على درجة تلوث المياه بصفة عامة بقياس المحتوى الأكسجينى لها . فكلما زادت

الملوثات فى الماء أدى ذلك إلى استهلاك الأكسجين المذاب فيه وبالتالى اختناق عدد كبير من الكائنـــات الحية المائية وقد ينعدم وجود الكائنات فيطلق علـى هـذه الميـاه .. مياه ميته ، إذاً فقلة الأكسجين أو انعدامه دليل على مقدار التلوث فى الماء .

فلو أخذنا كمثال بحر البلطيق أو البحر الأبيض المتوسط أو بحر قزوين لرأينا أن التلوث قد ازداد بدرجة أصبحت مؤثرة على حيـاة الكائنـات الحيـة ممـا أدى إلى موت الكثير منها ، وفى أمريكا الشمالية فقـدت معظـم بحيراتهـا ثرواتهـا السـمكية بتأثير الملوثات .

ولو أخذنا إحدى البحيرات الموجودة فى مصر كمثال وهى **بحـيرة مريـوط** (جنوب مدينة الاسكندرية) نجد أنها تعتبر واحدة من المسطحات المائية التى يتزايد فيها مستوى التلوث يوماً بعد يوم نتيجة لاتساع النشاط العمرانى حولها . مما يؤدى إلى إلقاء المخلفات المنزلية والصناعية فى البحيرة ، وبالتالى يرتفع محتواهـا مـن المـواد العضوية التى تستهلك الأكسجين خلال عمليـات الأكسـدة فتكـون النتيجـة نفـاذ الأكسجين الـلازم لتنفـس الكائنـات الحيـة ، ومـن ناحيـة أخـرى فـإن الأكسـجين يُستهلك فى تفاعلات المخلفات الصناعية الملوثة لمياه البحـيره لتنتـج مـواد لهـا تأثـير سام على الأسماك ولذلك فإن الثروة السمكية كادت أن تنتهى من البحيرة .

وما يقال عن هذه البحيرة يقال عن كثير من الأنهـار التـى كـانت مصـدر ثروة كبيرة من الأسماك كنهر التيمز ونهر النيل والتى عانت من التلوث نتيجة إلقـاء مخلفات وفضلات المدن المقامة على كل منهما . ففى مدينة لندن مثلا " وهـى تقـع

على نهر التيمز " ، كانت تلقى فيه كل مخلفاتها بما فيها مياه المجارى مما جعله يتحول إلى نهر ميت ، وقد أدى ذلك إلى انتشار الأمراض بين سكان المدينة فى الفترة من عام ١٨٤٩ - ١٨٥٣ ونتج عن ذلك وفاة أكثر من عشرين ألف شخص . ولكن بعد أن تنبه سكان المدينة إلى السبب فعلوا المستحيل من أجل إعادة النظافة والحياة إلى مياه النهر وعادت الحياة تدب فيه من جديد على نحو ما نراه اليوم .

ولا ننسى أيضا البحر الأبيض المتوسط حيث تلقى فيه كل المدن المقامة على سواحله بمخلفاتها مسببه زيادة نسبة التلوث به والقضاء على الثروة السمكية يوماً بعد يوم . وترجع خطورة الملوثات إلى آثارها على الكائنات الحية المائية وعلاقة هذه الكائنات واعتمادها فى غذائها على بعضها البعض ، ويكون تأثير الملوثات كالتالى :

(١) بعض الملوثات له تأثير سام مباشرة على الكائنات البحرية التى تلامسها .

(٢) الملوثات تستهلك الأكسجين المذاب فى الماء بكميات كبيرة فتختنق الكائنات الحية المائية وتموت .

(٣) أنواع من الملوثات تعمل على نمو نباتات مائيه ضاره أو ترسب السموم فيها ، وقد تتغذى عليها حيوانات مائية أخرى فتموت .

*** مصادر تلوث الماء**

هناك العديد من المصادر التى تسبب تلوث المياه ، نذكر منها :

(١) النفط ومشتقاته .

(٢) مخلفات المصانع

(٣) المبيدات الحشرية .

(٤) مياه الصرف الزراعى .

(٥) مياه الصرف الصحى

(٦) الأمطار الحمضية .

(٧) الطحالب .

(٨) المواد المشعة .

أولا : التلوث بالنفط ومشتقاته

لم تعرف دول العالم ظاهرة التلوث النفطى إلا قريباً ، وذلك بعد انتشار استخدام البترول فى أغراض حياتية كثيرة وأصبح أهم مصادر الطاقة فى الوقت الحالى ، كما أصبح شريان الحضارة الإنسانية فى كثير من مرافقها . وبالرغم من كل المزايا التى جلبها البترول للبشرية ، فإنه كان السبب الأول فى تلوث البيئة سواء بالنسبة للماء أم للهواء أم للتربة

ويتميز البترول عن غيره من مصادر الطاقة الأخرى بوجود مشتقات له على الصوره الصلبة والسائلة والغازية مما يزيد من إمكانية تلويثه للأرض والماء

والهواء سواء فى عمليات الإنتاج والنقل والتكرير أو فى عمليات التوزيع والاستهلاك .

ولا تقتصر آثار التلوث الناتج عن البترول ومنتجاته على صحة الإنسان والكائنات الحية المائية فحسب ولكن أيضا على النباتات والغابات خاصة بسبب الغازات الحمضية الناتجة عن استخدامه كوقود . لذلك يأتى النفط ومنتجاته فى مقدمة الملوثات الخطره على البيئة .

يدخل النفط إلى البيئة البحرية بطرق عديده مثل : -

(١) بواسطة ناقلات النفط إذ أنها بعد أن تفرغ حمولتها من النفط أو منتجاته فى ميناء ما تملأ خزاناتها بماء البحر لحفظ توازنها (ماء الموازنه) وقبل دخولها ميناء الشحن تفرغ حمولتها من هذا الماء الملوث بالنفط فى البحر ، ويقدر أن ناقلات النفط تلقى بحوالى ١٪ من حمولتها من النفط فى ماء البحر ، ولذا فإن ما يلقى فى مياه البحار والمحيطات بالنفط من هذا المصدر قدر بما يزيد عن ٢٠٠٠ طن يومياً .

(٢) تسرب النفط من الآبار البحرية مباشره إلى مياه البحر عند حدوث انفجارات فى الآبار المنتجه له مثل حادث بحر الشمال عام ١٩٧٧ ، وما حدث لأحد الآبار السعودية بالخليج العربى عام ١٩٨٠ .

(٣) حوادث تصادم الناقلات أو جنوحها عن خط سيرها نتيجة سوء الأحوال الجوية ، ويتناسب التلوث مع حجم الناقله التى وقع لها الحادث أو من قربها أو بعدها عن الشواطئ ، وهذا التلوث يحدث أضرارا كبيرة بالكائنات الحية البحرية .

ومن أمثلة هذه الحوادث غرق الناقلة " **أموكوكاديز** " عام ١٩٧٨ أمام شواطئ فرنسا وكانت حمولتها ٢٢٠٠٠٠ طن من النفط تدفق على هيئة بقعه هائلة غطت مساحة كبيرة أمام الشواطئ الفرنسية ملوثه إياها مما أدى إلى قتل الأسماك وكثير من الكائنات الحية التى تعيش فى هذه المنطقة .

ونظرا لأن زيت البترول أقل كثافة من الماء (أخف) فإنه ينتشر بسرعة فوق سطح الماء مكونا طبقة رقيقه تتسع بفعل الأمواج والرياح ، وتبدأ المكونات الطياره فى التبخر لتحملها الرياح ملوثه الهواء ، وتتبقى الأجزاء الثقيلة فتتحول تدريجيا إلى كتل صغيره سوداء تعرف باسم (كرات القار) وهى تنتج من أكسدة البقايا النفطية بواسطة الأكسجين الجوى . وتحتوى هذه الكرات على بعض المركبات الهيدروكربونية وعناصر الكبريت وبعض المركبات الأسفلتية . وتحمل المياه والأمواج بعض الكرات لتنشرها فى كل مكان ، بينما ينزل أغلبها إلى الأعماق وتغطى قاع البحر بما تحويه من مواد سامه تؤثر على الكائنات الحية . ويصحب تلوث المياه بزيت البترول نوع من التلوث الكيميائى نتيجة تعرض بقعه الزيت للشمس والأكسجين الجوى حيث يحدث تفاعل كيموضوئى وتنتج من هذا

التفاعل بعض المواد الكيميائية السامة التى تؤدى إلى الضرر الكبير بالكائنات الحية فى البيئة البحرية . وهذه الحوادث البحرية تساهم بنسبة ١٠٪ من التلوث النفطى للبحار والمحيطات .

(٤) أثناء عمليات الكشف عن النفط وإنتاجه فإن الغازات المصاحبة للبترول تندفع إلى الهواء الجوى والماء وهى تتكون من كبريتيد الهيدروجين والغازات الهيدروكربونية وبالطبع فإنها تسبب تلوث الماء .

(٥) تسرب النفط إلى مياه البحار نتيجه بعض الأخطاء التى تحدث أثناء عمليات الاستكشاف أو أثناء استخراج الزيت من الآبار البحرية أو تسرب النفط من بعض خطوط الأنابيب التى تحمله إلى شواطئ البحار .

(٦) النفايات والمخلفات البترولية التى تلقيها ناقلات البترول أثناء سيرها فى مياه البحار والمحيطات محدثه التلوث النفطى .

ولكن كيف يلوث النفط الماء ؟

النفط كما نعلم يميل لونه للأسود ، علاوة على تكوينه تلك الكرات القطرانية على هيئة طبقة رقيقة جداً فوق سطح الماء ، وهو بذلك يحجب ضوء الشمس ويمنعه من الوصول إلى مياه البحر مما يؤثر على الكائنات الحية خاصة البلانكتونات النباتية والتى تعتبر القاعدة الأساسية لتغذية بقية الكائنات البحرية ، لذلك تتأثر الأسماك وتموت . ومن المعروف أن جالون واحد من النفط له القدرة

على الانتشار على مساحة ١٥٠٠ متر مربع من سطح ماء البحر . كذلك فوجود النفط فى الماء يساعد على زيادة نشاط البكتريا لأنه فى الأصل مادة عضوية ، فتقوم هذه البكتريا بتحليل النفط مستهلكه فى ذلك كميات هائلة من الأكسجين المذاب فى الماء فلا تجد الأسماك ما تتنفسه من الأكسجين . ويقدر أن تحلل برميل واحد من النفط يستهلك الأكسجين الموجود فى ٤٠٠,٠٠٠ برميل ماء .

وعلى الرغم من أن منطقة الخليج كانت ومازالت تعيش هموم بقعة الزيت التى تدفقت من آبار حقل نيروز الإيرانى والذى انفجر بسبب الحرب العراقية الإيرانية ، (لأن الخليج طبيعته الجغرافية تجعل منه بيئة حساسة جداً لأى تلوث نفطى بكميات كبيرة ، فمساحته صغيرة نسبيا (٢٢٦ ألف كيلومتر مربع) وهو أشبه ما يكون ببحيرة مغلقه حيث لا يزيد مدخله عند مضيق هرمز عن ٦٠ كيلومترا . لذلك فمياهه بطيئة التجدد وأى تدهور فى نظامه البيئى يصبح من الصعب علاجه . ومع ذلك فقدرة الخليج على تنظيف نفسه ممتازه) ولكنه تعرض لكارثه بيئية أثناء الغزو العراقى الغاشم على دولة الكويت عندما احترقت آبار البترول فى الكويت ، حيث تم تدمير وإشعال النيران فى ٧٣٢ بئراً بترولية وقدرت كمية النفط المحترق من هذه الآبار بحوالى ٦ مليون برميل يومياً بينما تؤكد الدراسات التى أجرتها الأمم المتحدة أن حوالى ٦٠٠٠ برميل نفط كانت تنسكب يوميا فى مياه الخليج حيث كونت أكبر بقعه زيت فى العالم ، وقد أثرت هذه البقعه على عمليات تحلية المياه وكذلك على الكائنات الحية التى تعيش فى مياه

الخليج وتم تدمير الشعب المرجانية التى تعتبر مأوى للكائنات البحرية مما يستلزم مرور سنوات عديده لإعادة التوازن البيئى لمياه الخليج .

ومع أن الخسائر المادية لهذه الكارثه يمكن تعويضها فى أى وقت ، لكن التدمير البيئى وأثر هذه الكارثه البيئية على المجتمع الدولى عامة والكويتى خاصة هو الذى لا يمكن تعويضه بأى حال من الأحوال حيث لم تكن الآثار البيئية لهذه الكارثه مقتصره على الكويت أو على دول الخليج فقط ولكنها امتدت لتشمل أغلب دول العالم .

وأهم العناصر التى تأثرت بهذه الكارثه البيئية هى :

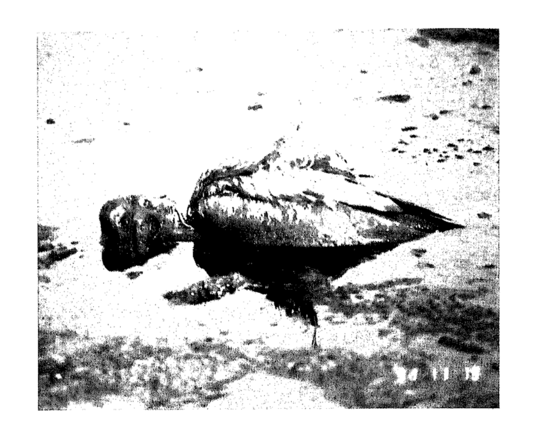
(١) الأحياء البحرية بأنواعها المختلفة .

(٢) الطيور البحرية .

(٣) الحياة النباتية وخاصة نبات المنجروف الموجود فى عدة مناطق على سواحل دول الخليج .

(٤) السواحل ومناطق الشواطئ الترفيهية .

(٥) الشعاب المرجانية حيث تأثرت بالنفط الذى حرمها من الضوء وتسبب فى موتها علاوة على الكثير من الأضرار مثل صعوبة النزهات البحرية وتدمير منصات الحفر وإحراق الآبار .



شكل (٢٥) طيور ميته من جراء تلوثها بالنفط

* مكافحة التلوث النفطى

من الأهميـة أن يتـم مكافحـة التلـوث النفطى قبـل وصولـه للشـواطىء ، وحيث إن دول الخليج أصبحت تضمها منظمه مشتركة لحمايـة البيئـة البحريـة فـى مياه الخليج (المنظمة الأقليمية لحماية البيئة البحرية) فإن ذلك يساعد على الإسهام بجديه فى درء الأخطار عن البيئة البحرية فى منطقة الخليج .

وهناك طرق فيزيائية وكيميائية عديده لإزالة الملوثات النفطية من البحار والمحيطات . فهى إما أن تُحول إلى مركبات أخرى بواسطة طرق كيميائيه أو كيميائيه حيويه ، أو تنقل للهواء الجوى ، أو تحقن فى الرواسب القاعية بواسطة طرق فيزيائية .

وتتوقف أهمية الطريقة المتبعه على خليط المركبات الهيدروكربونية التى يتركب منها النفط ، فالمركبات ذات الأوزان الجزيئية المنخفضة تتبخر بفعل حرارة الجو ، كما يتأكسد جزء بفعل الضوء ويُنقل إلى الهواء الجوى .

وأهم الطرق المتبعه فى إزالة الملوثات النفطيه هى :

(١) جمع النفط وكشطه ، ويتم ذلك بنثر مسحوق فحم منشط أسفل سطح النفط الطافى أو العالق فى الماء فتعمل دقائق الفحم على تكثيف جزيئات النفط والتصاقها ، ثم تكشط بكاشطات خاصه ويجمع .

(٢) دمج النفط فى الرواسب البحرية ، ويتم ذلك بإحداث دوامات هوائية فيعمل على نقل النفط إلى القاع حيث تلتصق مركبات النفط بالرواسب البحرية السفلية حيث يتحلل بفعل البكتيريا .

(٣) نقل النفط إلى الهواء الجوى حيث تعمل حرارة الجو على تبخير جزء من النفط وهذه الطريقة لا تقلل من خطورة التلوث بل تزيد من رقعته .

(٤) الموانع المطاطية ، فتوضع هذه الموانع بأشكال بيضاوية أو دائرية وأحيانا على شكل خطوط مستقيمة كل حسب اتجاه الرياح وحركة الأمواج فى تلك المنطقة للحيلولة دون وصول الملوثات إلى المنشآت الحيوية كمحطات التقطير مثلا .

(٥) اضافة مواد كيميائية لبقع الزيت الطافية فوق سطح الماء ، وتعتبر من الطرق الضاره ولا تستخدم إلا فى حالات الضرورة القصوى وذلك لما تسببه من نتائج سلبيه على الأحياء البحرية ، لأن إضافة مواد كيميائية معناه إضافة سموم ضارة وقاتله بالنسبة للثروة السمكية ، وبقية الكائنات البحرية .

(٦) طرق تعتمد على الكائنات الحية الدقيقة التى تتغذى على المركبات الهيدروكربونية النفطية والتى تقوم بتحليل هذه المركبات منتجه عدة مركبات لها خطورتها أيضا على الكائنات الحية التى يتغذى عليها الإنسان .

(٧) استخدام المصدات والشباك حيث تقوم تفتت البقع النفطية إلى كرات نفطية قطرانيه tarballs وتقوم المصدات والشباك بحجز هذه الكرات فتمنعها من الوصول للأماكن الحساسه مثل مآخذ المياه فى محطات التقطير ثم تجمع هذه الكرات وتزال .

وأيا كانت الطريقة ، فإنه لا يتم إزالة كل الملوثات من الماء إذ أن هناك بعضا منها يبقى ذائبا فيه .

* ثانيا : المصانع ... وتلوث الماء

تعتبر المصانع من أكبر مصادر تلويث مياه الأنهار والبحار والمحيطات وقد ظهر هذا النوع من التلوث فى النصف الثاني من هذا القرن نتيجه التقـدم الصنـاعى الهائل فالمصانع تلوث المياه بمخلفاتها التى تلقى فى هذه المياه ، والمخلفات تحتـوى على كثير من المواد الكيميائية السامة . وتأتى خطورة هذه المواد من أنها تبقى وقتـا طويلا فى مياه البحار وتتراكم ببطء وبشكل تدريجى وهناك حالات مـن التلـوث شديدة الخطورة لدرجة أنه حدث أن اشتعلت ميـاه أحـد أنهـار الاتحـاد السـوفيتى السابق (**نهر إيسيت**) عندمـا ألقيـت فيـه سيجاره مشتعله . ومـن ذلـك يتضـح خطورة المخلفات الصناعية التى تلقى فى المجارى المائية ، وقد رأينـا بأنفسـنا الكثـير من المجـارى المائيـة المجاوره للمنـاطق الصناعيـة وقـد أصبحـت مياههـا آسـنة مليئـة بمخلفات المصانع وذات ألوان داكنه .

وحتى لو كانت هذه المخلفات غير سامه فإنها تستهلك كميات هائله مـن غاز الأكسجين المذاب فى الماء مسببه موت الكائنات الحية التى تعيش فى المياه .

وتعتمد أنواع المواد الكيميائية المتخلفة عن الصناعات والتى تلقى فى الميـاه على نوع الصناعات المقامه ، كما تعتمد على نوع المعالجه الكيميائية التى تجرى فى كل مصنع – إذا كانت هناك معالجـة أصـلا – ولكـن تشـترك أغلـب المصـانع فـى سكبها لمواد معينة مثل الأحماض والقواعـد والمنظفـات الصناعيـة وبعـض مركبـات الفوسفور والمعادن الثقيلة السامة مثل الرصاص والزئبق ، وهذه المـواد تسـبب تلوثـا

شديدا للمياه التى تلقى فيها ويبقى أثرها الضار فتره طويله . وتركيز هذه المواد قليل فى الوسط البحرى لكنها تعتبر مع ذلك شديدة الخطوره على الإنسان ، وذلك يرجع إلى تراكمها فى البلانكتونات النباتيه التى تمتص هذه العناصر وتجمعها فى أنسجتها وتنتقل عبر السلسلة الغذائيه إلى الإنسان عن طريق الأسماك والقشريات ، وبالطبع يزداد تركيز هذه المواد بشكل تدريجى كلما انتقلت من حلقه إلى أخرى فى السلسلة الغذائيه .

ومن أخطر العناصر المعدنية السامة التى تلوث مياه البحار عنصر الزئبق والذى يدخل فى كثير من الصناعات مثل صناعة لب الخشب والمبيدات ، وكذلك من محطات توليد القوى التى تعتمد على الوقود الأحفورى والذى يحتوى على كميات من الزئبق . وقد أثبتت الدراسات أن الكائنات الحية الموجودة فى مياه ملوثه بالزئبق تحتوى على تركيزات من هذا العنصر السام الخطير وذلك بنسبة أعلى آلاف المرات مما يوجد فى المياه الملوثه . وقد أصبحت ظاهرة تلوث الأسماك بالزئبق معروفه فى كثير من بحار العالم مما يهدد حياة الناس الذين يتناولون هذه الأسماك الملوثه كغذاء . وقد ظهرت حوادث تسمم كثيره نتيجه لتناول الإنسان لمثل هذه الأسماك لعل أسوأها حادث **ميناماتا** فى اليابان بسبب التخلص من مخلفات أحد مصانع البلاستيك فى مياه خليج **ميناماتا** ولعلك عزيزى القارئ تعلم مما سبق أضرار مركبات الزئبق على الإنسان ، ويمكننا أن نتصور أن الفرد يمكنه إذا تناول كيلو ونصف كيلو من أسماك بحيرة **ليمان** بسويسرا خلال أسبوع واحد فإن نسبة الزئبق تصل فى جسمه إلى الحد الذى لا يجب تجاوزه بأى حال من الأحوال .

وما قيل عن الزئبق فإنـه ينطبـق علـى كثـير مـن الفـلزات الثقيلـة الأخـرى كالكادميوم والرصاص ، وتركيز هذه المـواد فـى الكائنـات البحريـة تحـدث ضـرراً شديداً لكل الكائنات الحية التى تتناولها .

وهناك الكثير من المواد الكيميائية المتخلفة عن المصانع والتى تلقى فـى ميـاه الأنهـار والبحـار والمحيطات مثل المركبات العضوية التى تحتوى علـى الهالوجينـات (الكلـور – الـبروم – الفلـور) مثـل بعـض المبيـدات الحشـرية ، والمـواد المضـاده للفطريات وبعض المنظفات الصناعية . وهى مواد ثابته لا تنحل بسهوله وتعيش فى الماء لعشرات السنين وتتميز بسميتها الشديدة وعندما تصـل هـذه المـواد إلى جسـم الإنسان فإنها تختزن فيه (فى الأنسجة الدهنية) وزيادة تركيزها يؤدى إلى الإصابـة بأمراض عديدة خاصة أمراض السرطان ، لذلك قامت الكثير من الدول بحظر إنتاج أو استخدام مثل هذه المواد .

وتوجد مواد مثل P.V.C (Poly Vinyl Chloride) وهى البلاستيك المعروف الذى زاد استخدامه بشكل واضح خاصة فى تعبئة المواد الغذائية ، هذه المواد تحتوى على نسبة من كلوريد الفينيل السام الذى يسبب أمراض السـرطان . ومـن الغريـب أن يقبل الناس على شرب الحليب واستخدام الزيت وبعض أنواع العصـير الموجـودة فى عبوات من البلاستيك !! كذلك ظهرت فى الآونة الأخـيره أكيـاس البلاسـتيك التى تستخدم فى أفران الطهى حيث توضع بداخلها المادة الغذائية (لحوم – دجـاج – خضـار ... إلخ) وبـالبطع فـإن كلوريـد الفينيـل ينتقـل إلى الغـذاء ومنهـا إلى

الإنسان ، وكذلك تصل هذه المواد بسهولة إلى المياه مسببه تلوثها ثم تصل إلى الإنسان عن طريق المياه .

كما يحدث تلوث كيميائى للماء نتيجة الحوادث الصناعية ولا ننسى حادث **بوبال** بالهند وهى مدينة قرب دلهى بها مصنع تابع لشركة (**يونيون كاربايد Union Carbide**) الأمريكية التى تقوم بتصنيع مبيد حشرى ، حيث يدخل فى تركيب هذا المبيد مادة (**أيسو سيانات الميثيل Methyl Isocyanate**) وهذه المادة عباره عن غاز سام . وحدث تسرب لهذا الغاز عام ١٩٨٤ وانطلق إلى الهواء وغطى مساحة كبيرة من الأرض بلغت حوالى ٤٠ كيلومتراً مربعا وقد شعر سكان المدينة بالتهابات شديدة فى العين والحنجرة وتوفى بعض منهم وهو نائم كما توفى البعض الآخر وهو يهرب مغادراً المدينة فبلغ ، عدد الوفيات أكثر من ٢٠٠٠ شخص ، كما أن النساء الحوامل اللاتى تعرضن لهذا الغاز قد وُلد أطفالهن أمواتا . وفى نفس العام إنفجر حوالى ٨٠٠٠ برميل غاز طبيعى فى المكسيك واشتعلت النيران مما أدى إلى وفاة حوالى ٥٠٠ شخص وإصابة الآلاف .

وقد لفتت هذه الحوادث الصناعية وغيرها أنظار العالم إلى خطورة التلوث الحادث منها ، ولهذا فإن الحكومات تفرض رقابة دائمة على استخدام وتخزين ونقل المواد الكيميائية الخطره حفاظا على حياة الناس لأن هذه المواد تصل بسهوله إلى مياه الأنهار والبحار والمحيطات ثم إلى الكائنات الحية البحرية ومنها أيضا إلى الإنسان عن طريق الغذاء أو مباشرة عن طريق مياه الشرب .

*** ثالثا : المبيدات الحشرية ... وتلوث الماء**

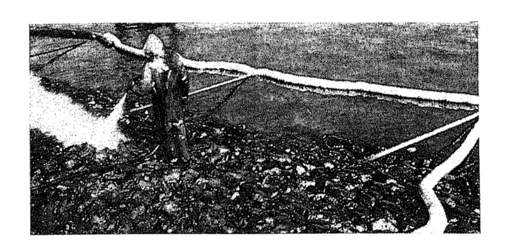
المبيدات هى مركبات عضوية وغير عضوية يدخل فى تركيبها مركب كيميائى أو أكثر ويستخدمها الإنسان ليحمى نفسه أو ممتلكاته أو مزروعاته ومحاصيله من فتك الأوبئة التى تنتشر بسبب الآفات الحشرية أو الكائنات المجهرية الدقيقه . وقد أدى التوسع فى استخدام المبيدات الحشرية وإفراط الإنسان فى استخدامها خاصة فى الأغراض الزراعية إلى تسرب جزء منها إلى مياه البحار والأنهار . وتوجد مركبات كثيره من هذه المبيدات أهمها المركبات العضوية المحتوية على الهالوجين . ويعتبر مركب الـ د.د.ت (D.D.T) من أخطر المبيدات وأكثرها انتشاراً . والتلوث بالمبيدات الحشرية بدأ أيضا فى النصف الثانى من هذا القرن ، وعندما تستخدم يتبقى جزء كبير من هذه المبيدات فى الأراضى الزراعية ولا يزول أثرها إلا بعد مدة طويله قد تصل إلى أكثر من عشر سنوات . وقد تمتص النباتات التى تزرع فى هذه الأراضى جزءا من تلك المبيدات وتختزنها فى الثمار والأوراق أو أى جزء من أنسجتها فتنتقل بعد ذلك إلى الإنسان والحيوان وتظهر أيضا فى ألبان ولحوم الحيوانات مسببه الضرر للإنسان الذى يتناول هذه الألبان واللحوم .

وتصل المبيدات إلى مياه البحر إما عن طريق مياه الصرف الزراعى أو المجارى المائية التى تحمل المبيدات الموجودة فى التربة الزراعية ، ويمكن أن تظل المبيدات معلقة فى الهواء وتتحرك مع الرياح من مكان لآخر ثم تسقط مع الأمطار

على البحار والمحيطات والأنهار ، وتصل المبيدات حتى إلى أماكن بعيده لم تستعمل فيها أبدا مثل جليد القطب الشمالى والجنوبى . ومما يزيد من خطورة هذه المركبات شدة ثباتها الكيميائى .

وتؤثر المبيدات الحشرية على الثروة السمكية والإنسان لأن الأسماك الموجودة بالمياه الملوثه بهذه المبيدات تمتصها مباشره من الماء أو تصل إليها عن طريق البلانكتون الملوث الذى تتغذى عليه . وقد أثبتت الأبحاث العلمية أن بعض المبيدات الموجودة فى مياه البحار وبتركيزات ضئيله يمكن أن تقتل كثيرا من الكائنات البحرية خاصة القشريات مثل الربيان (الجمبرى) ، كما أن المبيدات تصل إلى الإنسان عن طريق الأسماك والقشريات التى تحمل هذه المبيدات ، وقد وجدت مادة الـ (د.د.ت) فى ألبان كثير من الأمهات بتركيزات تزيد عن الحدود المسموح بها دوليا .

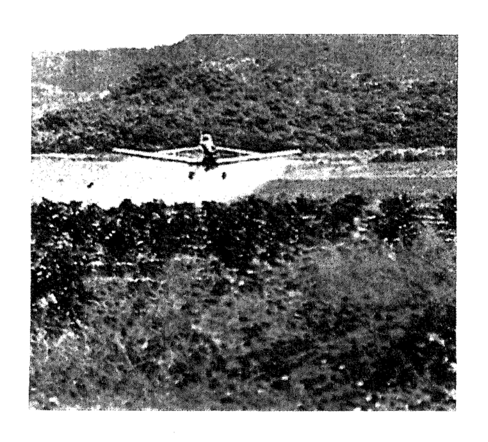
كما أن المبيدات تقوم بقتل الكثير من الكائنات الدقيقة التى تعيش فى الماء والتى لها دور كبير فى السلسلة الغذائية ، أو تقوم بدور فى تنقية الماء من كثير من عوامل التلوث . فالإسراف فى استخدام المبيدات الحشرية يؤدى إلى فقدان التوازن الطبيعى القائم بين الآفات وأعدائها الطبيعين .



شكل (٢٦) رش المبيدات باليد

يتعرض العمال الذين يقومون برش هذه المبيدات فى الحقول ، كما يتعرض أيضا بعض سكان القرى للمبيدات خاصة عند رشها بواسطة الطائرات ، وهناك الكثير من حوادث التسمم فى مثل هذه الحالات . وقد يتأثر الإنسان بهذه المبيدات بطريقة غير مباشرة ، فهو يتغذى على النباتات والحيوانات ومنتجاتها مثل البيض والزبد والحليب ... إلخ ، فقد تبين أن القشدة الناتجه من حيوانات تربت فى حقول مرشوشه بهذه المبيدات كانت تحتوى على تركيز يصل إلى نحو ١٥ جزءاً فى المليون من المبيدات ، وهى نسبة عالية تنتقل بالطبع إلى الإنسان .

كما تبين من التجارب أن مبيد أل د . د . ت يدخل فى العمليات الكيميائية التى يتم بواسطتها تكوين عنصر الكالسيوم فى جسم الطيور مما يجعلها تضع البيض رقيق القشرة يتهشم بسهولة مما ينتج عنه موت الأجنه وتعرض هذه الطيور للإنقراض مثل النسر والصقر وغيرها من الطيور .



شكل (٢٧) استخدام الطائرات لرش المبيدات يزيد مساحة التلوث

وهناك أيضا مبيدات الأعشاب والفطريات ، وهى تحتوى على الزئبق فى تركيبها وتسبب تلوث التربة الزراعية بهذا الفلز مما يؤدى إلى انتقاله أيضا إلى مياه الأنهار والبحار والمحيطات ويصل إلى الاسماك والكائنات الحية التى تعيش فى الماء . وقد حظرت الدول المتقدمة استخدام مثل هذه المبيدات التى اتضح أنها السبب فى حدوث كثير من الأمراض وتدمير العناصر الوراثيه فى الخلايا ، وتؤثر على المعدة وتؤدى إلى الفشل الكلوى والتليف الكبدى والسرطان .

ويستهلك العالم حاليا أكثر من أربعة ملايين طن من المبيدات سنويا ورغم ذلك فلم تعد هذه المبيدات تؤتى النجاح المطلوب بعد اكتساب الحشرات للمناعة ضدها ، كما أن المبيدات لها تأثيرات ضاره على الكائنات الدقيقة المفيدة الموجودة بالتربة والتى تسهم فى تخصيب التربة مثل تلك التى تحلل المواد العضوية والمخلفات النباتية أو تقوم بتثبيت النيتروجين الجوى .

ومن أمثلة المبيدات أيضا مبيدات الكلور العضوية التى تحتوى على الكلور مثل مبيد ألـ د.د.ت الذى سبق الحديث عنه وقد استخدم لأول مره خلال الحرب العالمية الثانية كمبيد للحشرات ، بالرغم من أن أكثر البلاد قد حرمت استخدامه الآن إلا أنه مازال ينتج واسمه الكيميائى هو **ثنائى كلورو ثنائى فينيل ثلاثى كلوروإيثان** وهناك مبيدات أخرى شديدة الفعالية مثل اللندان **Hexa Chloro Cyclohexane** وتقدر سميته بأكثر من ٢٠ مرة قدر سمية مركب ألـ د.د.ت ضد

الحشرات . كما توجد مركبات الدايلدرين **Dieldrine** . وقد تعرضنا لهذه المبيدات لانتشارها وأهميتها وضررها على صحة الانسان وجميع الكائنات الحية .

ولكن هل يمكن الاستغناء عن المبيدات الحشرية ؟

والاجابة لا يمكن ذلك ولكن يمكن اتباع طرق عديدة للقضاء على الحشرات والآفات التى تسبب تلف كثير من المحاصيل الاقتصادية التى يعتمد عليها الانسان فى غذائه وبقية متطلباته وبذلك نقلل من استخدام المبيدات .



شكل (٢٨) رش المبيدات بواسطة الإنسان

ولتقليل تلوث البيئة بالمبيدات إلى أقل حد ممكن فإنه يمكن أن نتبع الطرق التالية :

(١) استخدام أقل كمية ممكنه من المبيدات إذا كان الأمر يستلزم ذلك .

(٢) تحسين معدات استخدام المبيدات بما يضمن عدم انتشارها فى أماكن أخرى.

(٣) تدريب العاملين فى مجال المكافحة على كيفية استخدام المعدات لتقليل التلوث لأدنى حد ممكن .

(٤) اتباع الطرق غير الكيميائيه مثل طرق المكافحة البيولوجية حيث تربى حشرات خاصة من المفترسات أو الطفيليات ثم تطلق بأعداد كبيرة فى المزارع لتقوم بالقضاء على الحشرات الضارة ، إما بافتراسها أو بالتطفل على أطوار حياتها / كما يمكن نشر مسببات لأمراض بكتيرية أو فيروسيه لإحداث أمراض فى الحشرات الضاره . وكذلك استخدام الكيماويات أو الإشعاع فى تعقيم الذكور (جعلها غير قادره على التناسل) . فعلى سبيل المثال استخدمت هذه الطريقة فى مصر حيث أمكن إبادة الغالبية العظمى من الذبابة المنزليه وذبابة الفاكهة باتباع أسلوب التعقيم الكيميائى والتعقيم بالاشعاع . كذلك تمكن العلماء من استخدام المواد الجاذبة للجنس التى تطلقها إناث الحشرات لجذب الذكور ، حتى يمكن تجميع هذه الذكور فى مكان واحد فيما يشبه المصيدة والقضاء عليها بمبيد حشرى دفعه واحدة وبذلك نتلافى عمليات الرش على مساحات كبيرة من الأراضى الزراعية .

(٥) تجفيف المستنقعات والبرك لمكافحة كثير من الحشرات كالبعوض .

فإذا تكاملت وتناسقت برامج مكافحة الآفات فمن الممكن الاستغناء عن كثير من أساليب المكافحة باستخدام المبيدات الكيميائية الضاره مما يقلل من أخطار تلوث البيئة بهذه المبيدات .

ومما يبعث على الدهشة أن الإنسان فى الماضى البعيد كان يكافح الآفات الزراعية بنفس الأسلوب العلمى الحديث ، فالنقوش الهيروغليفيه الفرعونيه تسجل لنا استخدام قدماء المصريين لبصل العنصل فى مكافحة الفئران التى كانت مصدر خطر على محصول القمح وغيره من المحاصيل . وفى عام ٣٠٠م بدأ الإنسان يستخدم الأعداء الطبيعية فى مكافحة الحشرات فكان يطلق النمل المفترس على الخنافس التي كانت تهاجم أشجار الفاكهة .

أليست العوده إلى الطرق الطبيعية فى مكافحة الآفات هى الأسلم ؟

ولهذا عادت مراكز الأبحاث الزراعية إلى استخدام وسائل المكافحة البيولوجية من جديد والتى حققت نجاح باهر فى كثير من دول العالم ، كما تقوم مراكز الأبحاث باستنباط سلالات جديدة بواسطة الهندسة الوراثية – من النباتات والمحاصيل الزراعية ذات صفات مقاومة للحشرات والآفات للحد من استخدام المبيدات الحشرية كما حدث فى تركيا من استنباط سلاله من القمح تحمل من الصفات الوراثية ما يمكنها من مقاومة أربعة أمراض من صدأ القمح .

* رابعا : مياه الصرف الزراعى ... وتلوث الماء

التربة الزراعية هامة للإنسان لأنها مصدر الإنتاج الغذائـى ، وهـى محدودة المساحة على مستوى جميع دول العالم بل أنها تتناقص نتيجة جور الإنسان عليهـا ، وذلك يدفع المزارعين لاستخدام المخصبات الزراعية لزيادة خصوبـة التربـة وتحسـين خواصها وزيادة إنتاجها من المحاصيل الغذائية وغيرهـا . وقـد أسـرف الإنسـان فـى استخدام هذه المخصبات ، وهذا الإسراف أدى إلى تلويث التربة وسبب الكثير مـن الإضرار بالبيئة الزراعية .

فالسماد المتبقى فى التربة يذوب فى مياه الرى ويصل إلى مياه الشرب عن طريق التسرب إلى ميـاه الأنهـار أو إلى الميـاه الجوفيـة مسببا تلوثهـا خاصـة بـأسمدة النترات التى تتحول فى جسم الإنسان إلى مركبات النيتريت السامه والتى تقلل مـن قدرة الدم على حمل غاز الأكسجين ، كما تزداد خطورة هـذا النـوع مـن الأسمـدة عند وجود عنصر – أو مركبات الفوسفور – الذى يستخدم بكثره فـى الهرمونـات الزراعية التى ترش على النباتات لزيادة الإنتاج والتى تتسـرب إلى الميـاه الجوفيـة مـع مياه الرى لتصل فى النهاية إلى مياه الآبار والأنهار والبحار ثم تصـل للإنسـان عنـد شربه لهذه المياه . وتساعد مياه الأمطار فى حمل هذه الأسمدة والهرمونـات الزراعيـة إلى الميـاه الجوفيـة والمجـارى المائيـة التـى تـؤدى إلى الأنهـار والبحـار . والأسمـدة الفوسفاتية (مركبات الفوسفور) تبقى آثارها فى التربة مدة طويله لأنها مركبـات ثابته من الناحية الكيميائيـة وعندمـا تصـل للإنسـان أو الحيـوان تحـدث الكثـير مـن

الأضرار ، فهى المسئوله عن العديد من الأمراض التى تصيب الإنسان مثل أمراض عضلة القلب ومرض السرطان . كما تؤدى هذه المواد إلى ترسيب بعض الفلزات التى توجد فى التربة والتى يحتاجها النبات فى نموه فتتحول إلى مواد عديمه الذوبان فى الماء فلا تستطيع النباتات امتصاصها وبالتالى لا تستفيد منها .

مثال ذلك عدم قدرة نبات الطماطم لامتصاص عنصر النحاس الذى يعطيه اللون الأحمر ولذلك تنمو الطماطم ويصبح لونها مائلا إلى الإصفرار . كما أثبتت بعض البحوث التى أجريت لمعرفة سبب وفاة عدد من الأشخاص نتيجة الإفراط فى تناول شراب البيره عام ١٩٤٠م أن السبب الرئيسى فى ذلك يرجع إلى تركيز أملاح النترات الموجودة فى النبات الذى استخلص منه هذا المشروب ، والذى تحول جزء كبير منها إلى نيتريت أثناء عمليات التخمر ، ومنذ ذلك الحين عرف العلماء أن مركبات النيتريتات هى مركبات سامة لأنها تؤدى إلى تسمم الدم ثم الوفاه ، لأن تسمم الدم معناه أن الدم يصبح غير قادر على نقل الأكسجين ولا يستطيع الهيموجلوبين القيام بوظيفته وبالتالى لا يصل الأكسجين إلى خلايا الجسم فتحدث الوفاه .

كما تتحد النيترات التى تصل إلى جسم الإنسان مع بعض البروتينات فى الخلايا مكونه مركب يسمى **النيتروزامين Nitrosamine** وهذا الأخير يسبب حدوث أورام سرطانية فى المعدة والبنكرياس والكبد .

ومن الصعب إزالة أملاح النترات من ماء الشرب إلا بتقطيرها ، ولكن أخيرا أمكن استخدام بعض أنواع البكتريا التى تقوم بتحويل النترات إلى نيتروجين ولذلك تضاف للماء لتقوم بهذه العملية ثم يضاف الكلور للماء لقتلها والتخلص منها .

وهناك بعض المركبات التى ترش على النباتات للمساعدة فى إنضاج محصولها مثل زرنيخيت الصوديوم والتى تلوث المحاصيل بالزرنيخ السام وهذه المركبات توجد لها علاقة قوية مع زيادة انتشار مرض السرطان .

ومياه الصرف الزراعى تحتوى أيضا على المبيدات الحشرية علاوة على احتوائها على الأسمدة ، ولعل الإسراف فى استخدام الأسمدة * الكيميائية والمبيدات الحشرية رغبة فى الإكثار من إنتاج الخضر والفاكهة هو السبب المباشر لارتفاع نسبة السموم فى هذه الاغذية الهامة التى يحتاجها كل فرد ولا تخلو منها مائدة فالخضر التى تؤكل أوراقها أوجذورها مثل الملوخية والسبانخ والخس والجرجير الجزر سواء التى تؤكل منها طازجه أو تلك التى تؤكل مطبوخه تعتبر من أهم أسباب دخول المركبات الضاره للجسم وهى الأسمدة الكيميائية (النترات والنيتريت) مسببه حالات مرضيه كثيرة .

---

* مجلة البيئة الكويتية – العدد ٥٧ ابريل ١٩٨٧ مقالة بقلم د. عبدالمنعم مصطفى مصطفى .

وفى الدول المتقدمه يباع نفس نوع الخضار أو الفاكهة بسعرين ، وطبيعى أن السعر الأعلى يكون للخضراوات والفاكهة غير المسمدة بالأسمدة الكيميائية ، كما يلاحظ أن التسميد بالكيماويات واستخدام المبيدات أدى إلى تغير طعم الفاكهة ولونها ورائحتها ويلاحظ الإنسان العادى أن اختلاف طعم الخضراوات والفاكهة ، يرجع بالدرجة الأولى إلى قلة استعمال الأسمدة الطبيعية (العضوية) والتى تحوى العناصر الرئيسية اللازمة لنمو النبات والتى استبدلت الآن بالأسمدة الكيميائية . ولا يقتصر الأمر على النباتات بل إن آثار الأسمدة والمبيدات التى تصل لمياه الأنهار والبحار تؤثر أيضا على الكائنات الحية المائية فالقشريات مثل الروبيان (الجمبرى) والقبقب (الكابوريا) من أكثر الكائنات البحرية تأثرا وبالتالى تنتقل المركبات الكيميائية إلى الإنسان عن طريق تناول مثل هذه الأنواع .

ونظرا لاحتواء مياه الصرف الزراعى أو الصرف الصحى على كميات كبيرة من المركبات الكيميائية (الأسمدة والمبيدات الحشرية) لذلك يجب الحذر من استخدام مثل هذه المياه فى رى المحاصيل الزراعية وخاصة الخضراوات والفواكه لما لهذه المواد الكيميائية من أخطار صحية جسيمه .

وقد يتساءل البعض هل معنى ذلك أن لا تستخدم الأسمدة الكيميائية لزيادة خصوبة التربة ؟ والاجابة أن عدم الإسراف فى استخدام المخصبات الزراعية المحتوية على النترات والفوسفات (العوامل الرئيسية فى تلويث المياه) ، وخفض كمياتها

إلى أقل حد ممكن أو الاستغناء عنها كليا واستعمال السماد الطبيعى هو الحل الأمثل لتلافى الأخطار الناجمه عن استخدام الأسمدة الكيميائية .

*** خامسا : مياه الصرف الصحى ... وتلوث الماء**

مياه الصرف الصحى تشمل المياه التى استعملت فى المنازل (مياه المجارى) وهى بالطبع تحمل الفضلات من دورات المياه بما تحويه من فضلات عضوية وشوائب ومنظفات صناعية وبكتريا ... إلخ كما تشمل أيضا المياه التى استخدمت فى الأغراض المختلفة من مصانع وغسيل طرق وخلافه والتخلص من هذه المياه يمثل مشكله كبيرة خاصة فى المدن الكبرى ، وللتخلص منها فإنها تلقى غالبا (خاصة فى الدول النامية) فى المجارى المائية الطبيعية كالأنهار والبحار ، وبذلك تسبب تلويثها وتجعلها تدريجيا غير صالحه لمعيشة الكائنات الحية المائية ، كما تجعلها أيضا غير صالحه لشرب سكان تلك المدن التى غالبا ما يعتمدون عليها فى الحصول على ماء الشرب .

وقد يظن البعض بأن إلقاء مياه الصرف الصحى لا يمثل ضرراً على الأنهار والبحار لأنها قادرة على التخلص منها بتحليلها ، ولكن هذا اعتقاد خاطئ لأن لمياه الأنهار والبحار حدوداً معينه فى تحليلها لهذه الفضلات (وهو ما نسميه بالتنقية الذاتية) وعند زيادتها عن حد معين يختل النظام البيئى لهذه الأنهار والبحار ويحدث التلوث .

وهذه المخلفات والفضلات تستهلك الأكسجين الذائب فى الماء ، وبذلك تموت كثير من الكائنات الحية المائية لنقص الأكسجين اللازم لتنفسها ، وتحدث تغيرات ضاره فى الوسط المائى تتوقف شدتها على :

(١) حجم المسطح المائي والصفات الطبيعية لمياهه كدرجة الحرارة ومستوى التعكير وحجم الأكسجين الذائب .

(٢) كمية الأكسجين الذى تستهلكه تلك الفضلات .

(٣) كمية الفضلات الملقاه .

وهناك مدن ساحلية كثيرة خاصة تلك التى تقع على شواطىء البحر الأبيض المتوسط كالاسكندرية ومرسيليا وكلتاهما تلقى بمياه الصرف الصحى فى البحر مسببة تلويثه ولذا يفضل اتخاذ كثير من الاحتياطات لتقليل هذا التلوث إلى أقل حد ممكن ، ومن هذه الاحتياطات : -

(أ) معالجة مياه المجارى قبل إلقائها فى البحار .

(ب) إلقاء هذه المياه بعيداً عن الشاطىء بواسطة أنابيب تمتد داخل البحر لمسافات طويله .

(جـ) صب المخلفات على عمق لا يقل عن خمسين مترا تحت سطح البحر .

ومع ذلك فمع مرور الوقت يزداد تلوث مياه البحار وتنتشر على سطحها الطحالب الخضراء وتقل نسبة الأكسجين الذائب فى المياه ، فتموت بعض النباتات

ويتعفن بعضها الآخر وتموت الكائنات البحرية مثل الأسماك فتتحول مياه البحار والأنهار بمرور الوقت إلى مياه ميته (لا توجد فيها كائنات حيه) .

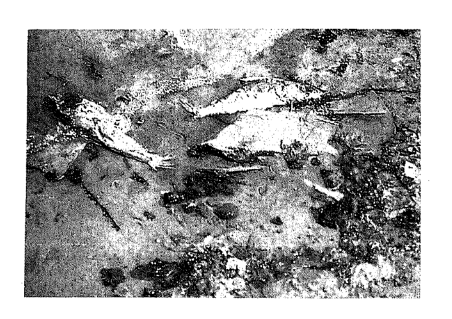
وتعتبر مركبات النترات والفوسفات والموجوده بكثره فى مياه المجارى غذاءاً جيدًا للكثير من النباتات المائية ، ولذلك يزداد نموها بشكل كثيف مسببه مشاكل بيئيه ، كما هو حادث فى مجرى نهر النيل حيث يمثل نمو نبات ورد النيل مشاكل كثيزه للملاحة النهرية علاوة على أن المياه تتبخر من على سطحه بنسبة هائله .

ولذلك تعتبر مياه المجارى ونفايات المدن التى تلقى فى مياه الأنهار والبحار من أخطر مصادر تلوث المياه ، وقد أدت عملية التحضر ونمو المدن وتضخمها وزيادة عدد السكان إلى زيادة ما ينصرف إلى مياه الأنهار والبحار من ملوثات ، وبالتالى ارتفعت نسبة تركيز المواد العضوية وغير العضوية التى تحتويها هذه المياه ، حتى أن ٨٠٪ من مسببات تلوث الأنهار والبحار يرجع إلى الملوثات البشرية والصناعية .

ويقدر أن تعداد سكان العالم سيصل فى نهاية القرن الحالى أى بعد خمس سنوات فقط إلى حوالى ٦٥٠٠ مليون نسمه نصفهم تقريبا يسكنون المدن وبالتالى ستزداد مخلفاتهم والتى ستحول البحار والأنهار إلى وعاء لقاذورات هذه المدن .

ولا ننسى ما حدث فى عام ١٩٧١م من إغلاق مناطق الاصطياف الإيطالية خوفا من انتشار وباء إلتهاب الكبد ، والذى كان مؤشراً لما وصلت إليه الحالة السيئة للبحر الأبيض المتوسط بعد التمادى بتلويث شواطئه بشتى أنواع الملوثات حيث تلقى فيه مئات الأطنان من الزيوت والشحوم ومياه الصرف غير المعالجه من ١٨ مدينة مطله على شواطئه .

كما تعتبر المنظفات الصناعية من الملوثات الشديدة الفعالية والتى تسهم بنصيب وافر فى محتوى مياه المجارى ، وترجع خطورة هذه المواد إلى أن أغلبها يحتوى على الكبريت والفوسفور وقدرتها الكبيرة على التحلل كيميائيا وبيولوجيا وتؤثر تأثيرا سيئا على مياه الأنهار والبحار .



شكل (٢٩) أسماك ميته من تلوث المياه

لـمكافحة التلوث النـاتج مـن ميـاه المجـارى فإنـه يجـب التخلـص منهـا بالأسلوب السليم ، وهناك طرق كثيره نذكر منها في هذا الشـأن طريقـة يتـم فيهـا تجميع مياه المجارى بواسطة شبكة من المواسير تمتد تحت سـطح الأرض فـى شـوارع المدينة التى تصب فيها شبكات المنازل والمصانع وبالوعات مياه الأمطار ، تسير فيها المياه بالانحدار الطبيعى لتجمع فى موقع . ويتوقف حجـم شبكة الصـرف الصحـى لكـل مدينـة علـى عـدة عوامـل منهـا حجـم هـذه المدينـة وعـدد سـكانها وأنـواع النشاطات المختلفة بها ويتم لهذه المياه ما يلى :

(١) رفعها بواسطة الطلمبات إلى محطات المعالجه حيث يتم إزالة الجزء الأكبر مـن المواد العالقة .

(٢) اكسدة المواد العضوية إلى مواد سهلة الترسيب صعبه التحلل ، مـع التخلـص من نسبة كبيره من البكتريا بأن تحجز المواد الطافية الكبيرة الحجـم بواسـطة مصافى وشباك معدنيه ليتـم بعـد ذلـك تجفيفهـا أو حرقهـا للاستـفادة مـن الطاقة الناتجة منها .

(٣) مرور المخلفات السائلة فى أحواض ترسيب حيث ترسب المواد غير العضويـة ويتم التخلص منها .

(٤) تعالج المخلفات السائلة بما يسمى بالمعالجة البيولوجيـة مـن خـلال مرشـحات الصلبوخ (الزلط) والحمأه المنشطه .

وهذه العملية تتيح الفرصة للمواد العضوية الموجودة بالمخلفات السائلة أن تلتصق بسطح الزلط مكونه غشاء رقيقا من مواد هلاميه تحتوى على الملايين من البكتريا التى تقوم بامتصاص الأكسجين لتؤكسد المواد العضوية محوله إياها إلى مواد صعبه التحلل ، وتدريجيا تفقد هذه المواد الهلاميه قدرتها على الالتصاق بالزلط فتخرج مع الماء المرشح.

وبذلك يتم التخلص إلى حد كبير من المواد العضوية فى المخلفات السائلـه . ثم يتم التخلص من المخلفات السائلة فى المدن الساحلية بالقائها فى البحار أو فى الأراضى المساميه فى المدن غير الساحلية أو استخدام هذه المياه فى الزراعة بشرط عدم زراعة الفواكه أو الخضراوات أو المحاصيل التى تؤكل نيئة .



شكل (٣٠) نفايات صلبه على شواطئ البحار

وليست مياه المجارى هى الأخطر لتلويث المياه فهناك الملوثات الصلبة والتى زادت بنسبة كبيره فى العقود الأخيرة نتيجة زيادة الاستهلاك والتى صاحبها زيادة فى حجم المخلفات الصلبة خاصة فى المدن المزدحمه بالسكان . وتعانى الدول مشكلة التخلص من هذه المخلفات التى تمثل عبئاً كبيرا على كاهل القائمين على أمر هذه المدن ، ولو أننا تركنا النفايات معرضه للهواء لنمت عليها جيوش من الحشرات ولتعفنت المواد العضوية الموجوده فيها ناشره الروائح الكريهه والأمراض فى البيئة المحيطة .

والبعض يلقى بهذه المخلفات فى مياه الأنهار والبحار حيث يطفو بعضها فوق سطح الماء وقد تدفعه الأمواج ليصل إلى الشواطئ ، وهذه المخلفات تسبب اختلال النظام البيئى لهذه الأنهار والبحار مسببه الأضرار بالكائنات الحية التى تعيش فى هذه المياه نظراً لما تحويه هذه المخلفات من مواد كيميائية سامه أو عناصر ثقيله تنتقل إلى الأسماك والقشريات أو إلى النباتات المائيه ثم تنتقل إلى القشريات وغيرها أيضا ، وفى النهاية تصل هذه المواد الضاره إلى الإنسان الذى يتغذى على هذه الأسماك أو القشريات .

هناك أيضا التلوث الحرارى للماء والذى سبق وتحدثنا عنه بالتفصيل وهو ينتج عن سكب الماء الساخن (الذى يستخدم كمبرد فى محطات توليد الطاقة وفى بعض الصناعات) فى مياه الأنهار والبحار مما يسبب ارتفاعا ملحوظا فى درجة

حرارة مياهها منشطا العمليات البيولوجية ومحدثا تدهـورا فى النظـام البيئـى المـائى ومؤديا إلى موت أعداد هائله من الكائنات البحرية .

*** سادسا : الأمطار الحمضية ... وتلوث الماء.**

كان عالم الكيمياء البريطانى " **أنجص سميث Angus Smith** " هـو أول مـن أطلق هذا المصطلح عام ١٨٧٢م على مياه الأمطار الملوثه بالغازات الحمضيـة ، و لم يعره أحداً أدنى انتباه حتى عام ١٩٦٧م حين لاحظ عالم التربة السويدى " **سفانت أودين Svante Oden** " أن الامطار التى تتساقط تزيد نسبة حموضتها تدريجياً ، وبـين أن ذلك هو نتيجه لذوبان بعض الغازات التى تتصاعد من مداخن المصانع فـى ميـاه الأمطار . وقد أثبت بما لا يدع مجالا للشك أن السبب يرجع للغازات الملوثه للهواء الجوى خاصه أكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين والتى تنبعث نتيجه الصناعـات المختلفة ، ومن عمليات احتراق الوقود .

ويمثل غاز ثانى أكسيد الكبريت (SO_2) نسبة كبـيره مـن هـذه الانبعاثـات حيث يتحول فى الجو نتيجة سلسلة من التفاعلات الكيميائية إلى حمض الكـبريتيك (H_2SO_4) كما تتحول أكاسيد النيتروجين إلى حمض النيتريك (HNO_3)

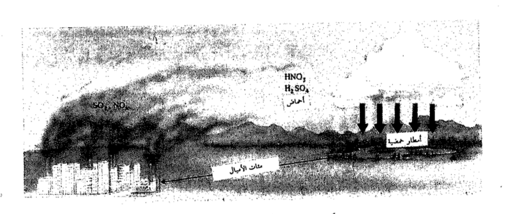
$$SO_2 + \tfrac{1}{2} O_2 \longrightarrow SO_3$$

ثانى اكسيد الكبريت   اكسجين   ثالث اكسيد الكبريت

$$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$$

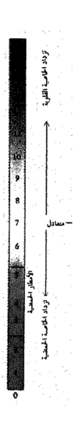
ثالث اكسيد الكبريت   ماء   حمض الكبريتيك

وتتدخل عدة عوامل فى إتمام هذه التفاعلات مثل الأشعة فـوق البنفسـجية من ضوء الشمس ، ودرجة الحرارة والرطوبة والسـحب ، ووجـود مـواد كيميائيـة أخرى . وتعود هذه الأحماض إلى الأرض (التربة والأنهار والبحار والمحيطات) مرة أخرى مع مياه الأمطار ، وقد تبقى هذه الأحماض فى الجو مـدة طويلـة تقطـع فيهـا مسافات شاسعه لتنتقل إلى أماكن بعيده عن أماكن تكوينها .



شكل (٣١) تكوين الأمطار الحمضية

ويعتبر الماء حمضياً عندما يكون تركيز أيون الهيدروجين فيه أكثر من تركيز أيون الهيدروجين فى الماء العادى أو النقى ، ولذا يستخدم ما يعرف بالرقم أو الأس الهيدروجينى (pH) للتعبير عن الحموضه أو القلوية . فالماء النقى متعادل ورقمه الهيدروجينى =٧ ، فإذا زاد هذا الرقم عن ذلك (٨ أو ٩ أو ١٠ .... ١٤) كان المحلول (الماء) قلويا ، أما إذا قل الرقم الهيدروجينى عن ٧ فأصبح (٦ أو ٥ أو ٤ .... ١) كان المحلول (الماء) حمضياً . ويبين الشكل التالى مقياس الحموضه والقلوية وبيان ببعض الأشياء الشائعة والمعروفة لدى المواطن .



شكل (٣٢) مقياس الحموضه والقلوية (pH)

وقد وصلت حموضة الأمطار فى بعض المناطق إلى (١,٥) تقريبا ، كما حدث فى الأمطار التى سقطت على اسكتلندا عام ١٩٧٤م . وفرجينيا الغربية عام ١٩٧٩م .

*** أضرار الأمطار الحمضية**

(١) تؤثر الأمطار الحمضية على التربة حيث تتفاعل مع بعض مكوناتها القلوية وتعادلها ، وتساعد على تفتيت الصخور .

(٢) تذيب العناصر الموجودة فى التربة وتحملها معها إلى مياه الأنهار والبحار وبذلك تؤدى لتركيز هذه العناصر فى مياه الأنهار والبحار .

(٣) تقلل من جودة المحاصيل الزراعية لأن التربة تفقد الكثير من العناصر الهامة لنموها .

(٤) تؤدى إلى الإضرار بمياه البحيرات ، خاصة المقفله منها ، فترفع حموضتها مما يؤثر على الحياة فيها .

(٥) هلاك المزروعات ونباتات الغابات فى مساحات كبيره كما حدث فى جنوب ألمانيا وفى التشيك وسلوفاكيا ، ولوحظ أن البحيرات التى زادت نسبة الحموضه فى مياهها قد خلت من الأسماك وكثير من الكائنات الحية الأخرى مثل النباتات التى ذبلت وماتت ، وحدث ذلك فى الأنهار أيضا مثل نهر " **توفدال Tovdal** " بالنرويج حيث كان هذا النهر من أكثر

الأنهار شهره بسمك السلمون ولكنه أصبح اليوم بفعل الأمطـار الحمضيـة نهرًا مهجوراً لا يوجد فيه سمكه واحدة أو حتى حياة من أى نـوع آخـر . وكذلك نقص كميات سمك الكافيار فى بحر قزوين ما هو إلا نتيجة لتأثـير الأمطار الحمضية .

وتؤثر الأمطار الحمضية على مياه الشرب ، ففـى ولايـة **ماسـا شـو ستس** الأمريكية تسببت هذه الأمطار فى تآكل بعض قنوات المياه ، فزادت نسبة الرصاص فى مياه الشرب المأخوذه من أحد الخزانات بالولاية ؛ كما تؤدى الأمطار الحمضيـة إلى إذابة بعض الفلزات مثل الرصاص والزئبق والألومنيوم من التربة حامله إياهـا إلى الأنهـار والبحار والبحيرات مسببه الأضرار للكائنـات الحيـة التى تعيـش فـى هـذه المياه . وتتأثر صحة الإنسان كذلك مـن خـلال تلـك الميـاه التـى يشـرب منهـا أو أجسام الأسماك والكائنات البحرية التى يتغذى عليها وتترسب فيها هـذه العنـاصر . كما تسبب الأمطـار الحمضيـة التهـاب ملتحمـة العين ومتـاعب للجهـاز التنفسـى وتهيج بطانة الأنف والحنجرة .

كذلك تتأثر الطيور البحرية لأنها تتغذى على الأسمـاك التـى تترسـب فيهـا تلك العناصر . وقد ماتت أعداداً هائلـه منهـا نتيجـة تغذيتهـا علـى الكائنـات التـى تحتوى أجسامها على نسبة عاليه من الألومنيوم الذى جرفته مياه الأمطـار الحمضيـه من سطح التربة وحملته إلى مياه البحار .

وهناك شواهد على وجود علاقة بين المطر الحمضى والنقص فى إنتاجيه الغابات ، فقد تبين أن زيادة الحمضية تسهم فى البداية فى نمو الأشجار بسبب زيادة تحرير الأغذية فى التربة . ولكن هذا التأثير مؤقت إذ بينما تنطلق العناصر الغذائيه إلى جذور الأشجار ، فإنه فى الوقت نفسه ينقل المطر الحمضى عنصر الألومنيوم من التربة إلى هذه الجذور وتحدث ظاهرة " الموت الخفى " وتتمثل فى أشجار جذورها جافة وفروعها وأزهارها هشه ، والسبب بالطبع هو الأمطار الحمضية .

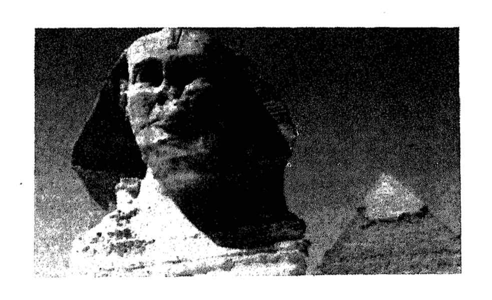
والآثار المدمره للأمطار الحمضية على المبانى والآثار والمعادن وطلاء السيارات تمثل مشكلة اقتصادية كبيره ، ففى المنطقة الصناعية بوسط بولندا سبب المطر الحمضى تآكل طرق السكك الحديدية بحيث لا تستطيع القطارات أن تسير بسرعة أكثر من ٤٠ ميلا فى الساعة . كما تسببت الأمطار الحمضيه فى تآكل أوجه التماثيل الحجرية والمعابد كما حدث فى مصر ، خاصة لتمثال أبى الهول وكما حدث أيضا لتمثال الحرية بنيويورك ، والأكروبولس باليونان . ولو ذهبنا إلى مدينة الفحيحيل هنا فى الكويت لرأينا بوضوح المبانى المغطاه بالأحجار والرخام تبدلت واجهاتها وتآكلت وأصبح بها نتوءات كثيره نتيجه تأثير الأمطار والضباب الحمضى عليها (الغازات المنطلقة من آبار البترول ومصافى النفط علاوه على ارتفاع نسبة الرطوبة بالجو) . وقد لحقت أضراراً بالغه بالكثير من المبانى فى تلك المنطقة .

وتنتشر الأمطار الحمضية فى المناطق الساحلية الصناعية مما يتسبب عنه خسائر اقتصادية فادحه ، ففى الولايات المتحدة الأمريكية تقدر الأضرار على المحاصيل والغابات ومواطن صيد الأسماك بثمانية بلايين دولار سنويا ، وقد أتلفت الأمطار الحمضية ١٩٪ من بحيرات منطقة نيويورك ، كما أعلن المكتب الأمريكى للتكنولوجيا عام ١٩٨٣م أن هناك ٣٠٠٠ بحيره ، ٢٣٠٠ من المجارى المائية الموجودة فى النصف الشرقى من الولايات المتحدة الأمريكية تعانى من أضرار المطر الحمضى . كما ذكرت تسع دول أوروبية أن حوالى ١٦ مليون فدان من غاباتها قد تأثرت تأثرا كبيرا بهذه الأمطار الحمضية ، وتحولت بحيرات كثيره فى كندا والسويد وفنلندا والنرويج إلى مياه حمضيه غير صالحة للشرب . ويوجد أيضا الضباب الحمضى وهو أكثر خطوره وأشد ضررًا من المطر الحمضى مع أنهما يتكونان بطريقة واحدة . ويرجع ذلك لأن الضباب الحمضى يتكون ويتكثف بالقرب من سطح الأرض فتكون الفرصه مهيأه لإحداث أكبر الأضرار سواء للإنسان الذى يستنشقه أو النباتات والحيوانات وكذلك السيارات والمبانى . ويمكن مشاهدة ذلك بوضوح فى المدن الكبيره مثل مدينة لوس أنجلوس فى ولاية كاليفورنيا التى تشتهر بظاهرة الضباب الحمضى ، والذى يزور هذه المدينة يمكنه مشاهدة آثار ذلك على الكثير من المبانى والمنشآت هناك .

ولكن ما هو الحل ؟

يكمن الحل فى عدة إجراءات يمكن اتباعها للتقليل من تكوين الضباب أو المطر الحمضى وذلك عن طريق الحد من انبعاثات أكاسيد الكبريت والنيتروجين إلى الهواء الجوى عن طريق إزالتها بطرق علمية أو استخدام وقود منخفض المحتوى من الكبريت ، كذلك طلاء المنشآت والآثار بأنواع من الطلاءات الحديثه لحمايتها من أخطار الأمطار الحمضيه .

وقد أمكن للبعض استخدام الجير فى معالجة مياه البحيرات التى تتعرض للأمطار الحمضية حيث يتم معادلة حموضه مياهها ، وذلك يتطلب الدقة فى الاستخدام .



شكل (٣٣) أبى الهول وقد تآكل نتيجه تعرضه للضباب والمطر الحمضى

من المتوقع أن تزداد مشاكل التلوث المائى خطورة مع الزمن بزيادة عدد السكان خاصة فى المدن ، وزيادة الحاجة إلى التخلص من مياه الصرف الصحى والفضلات الآدمية بالإضافة إلى مخلفات الصرف الناتجه من المصانع التى تزداد عدداً وحجماً كل يوم .

كما أن الغبار المتصاعد من التجارب النووية (بعض الدول تقوم باجرائها حتى الآن) ينتشر فى الهواء ثم يتساقط بما فيه من مواد مشعه على مياه البحار والمحيطات مؤثرا بذلك على كيمياء هذه المياه ومؤثرا أيضا على العمليات البيولوجية التى تدور فيها .

*** سابعا : الطحالب ... وتلوث الماء**

تتميز المياه السطحية بجانب سهولة تعرضها للتلوث ، باحتوائها على الكثير من الكائنات الحية النباتية التى تغير من طبيعة المياه ونوعيتها ، ومن أهم المتاعب التى تسببها هذه الكائنات ما يلى :

(١) تواجد الطعم واللون والرائحة لمياه الشرب .
(٢) تآكل المنشآت المعدنية والخرسانية .
(٣) سد المرشحات فى محطات تنقية المياه .
(٤) سد المواسير وشبكات التوزيع لتواجدها بكثره على جدران الخزانات .
(٥) تكوين حُصر طحلبية فوق أسطح المياه مع انبعاث الروائح الكريهة .
(٦) غزوها للترع والقنوات والمصارف بكميات كبيره .

ومن المعروف أن صرف مياه المجارى أو المخلفات الصناعية بإلقائها فى الأنهار والبحيرات إنما يزيد من هذه المشكلة لأن المخلفات تعمل كسماد جيد للطحالب تزيد نموها بدرجة هائلة .

ان أحد متطلبات إنتاج الماء الصالح للشرب فى المجتمعات الحديثة أن يكون خاليا من الروائح ومذاقه مستساغاً ، وتعتبر الطحالب من ضمن أسباب وجود الطعم والرائحه للمياه . وتلى الطحالب النباتات المائية الأخرى التى تعفنت نتيجة لنشاط البكتريا والفطريات ، وفى كثير من الأحيان يتكون الجزء الأكبر من هذه النباتات التالفه من تجمعات الخلايا الطحلبية الميته .

وتآكل الخرسانة ومعادن الأنابيب والغلايات بواسطة الطحالب تسبب مشكلة اقتصادية كبيره ، والطحالب تسهم فى هذه المشكلة إما بطريقة مباشره فى أماكن تواجدها أو بطريقة غير مباشره لتغييرها نوعية الماء كيميائيا وفيزيائيا . وكثيرا ما تسبب الطحالب التى تنمو على سطح الخرسانة أن تجعلها هشة ومثقبه ويعتقد بأن أحماض الكربونيك والأكساليك والسالسليك التى تنتجها هذه الطحالب هى المسببه للنخر فى الأسمنت . ويمكن أن تسبب كائنات أخرى غير طحلبية نفس الأضرار وبخاصة فى مواسير شبكات توزيع المياه . ومما يساعد الطحالب على نشاطها فى تآكل المعادن عوامل عدة مثل زيادة الترسيبات العضوية فى أنابيب المياه ، وارتفاع نسبة الأكسجين الذائب فى الماء وتغيرات فى درجة

تركيز أيون الهيدروجين ، ومحتوى الماء من غاز ثانى أكسيد الكربون ، ومثل هذه العوامل تساعد الطحالب على النمو والبقاء مما يزيد معدل التآكل .

وتشكل الطحالب أضراراً اقتصادية لإتلافها السفن ، فهى تسهم فى تكوين ما يعرف باسم قلف المراكب ، فالطحالب الموجوده فى مياه البحار عادة ما توجد على الصخور الواقعه فى مجال المد والجزر أو تحت سطح البحر ، كما تتوطن أيضا فوق أى سطح مناسب مغمور كهياكل السفن . وعندما تترسب هذه الطحالب بكثره على جدران السفن (قد تصل إلى عشرات الاطنان) تؤدى إلى تخفيض سرعة السفن وزيادة استهلاكها من الوقود . ولذلك تطلى هياكل السفن بنوعين من الطلاء تحتوى على مركبات النحاس والزئبق يعمل الأول على وقايتها من التآكل ، ويعمل الثانى على الوقاية من تواجد الطحالب .

وينمو العديد من الطحالب كبيرة الحجم نسبيا فى الماء بدرجة تغطى معها كثيرا من مساحاته ومثل هذه الطحالب لا تكتفى بالعيش فى البحيرات أو فى مستودعات المياه وإنما تنمو داخل محطات تنقية الماء نفسها ، وعادة ما توجد ملتصقه بالجدران الخرسانية لأحواض الترسيب ، ولذلك تسد مسام المرشحات والمصافى .

وقد تتكاثر الطحالب بدرجة كبيرة فى بعض الأنهار والبحيرات فتعترض سبل الصيد فيها علاوة على ما ينبعث منها من روائح كريهة . وهناك طحالب

أخرى صغيرة توجد فى حمامات السباحة أو على صخور الشواطئ وتكون طبقة رقيقة على الصخور وأسطح خرسانه هذه الحمامات فتجعلها زلقة ومن ثم تعرض السباحين للخطر .

وفى المناطق الريفية ، تنمو كتل ضخمة من الطحالب فى شبكات الرى وتعرقل جريان الماء وتسد بوابات التحكم وخطوط التوزيع ، ويمكن أن تتغذى عليها بعض الحيوانات المائية كالأسماك والقشريات فيتسبب عنها التسمم للإنسان عند تناولها . وقد ماتت قطعان من الخيول على الشواطئ المرجانية لأحد الخلجان فى الهند عندما أكلت أنواعا خاصه من الطحالب . كذلك تسبب أنواع من الطحالب الالتهابات الجلدية أو إصابة جلد الإنسان بالفطريات والطحالب ، وفى احدى البحيرات بالولايات المتحدة الأمريكية لوحظ انتشار مرض إلتواء العنق (نوع من الشلل) بين آلاف الطيور المائية وتبين أن السبب فى ذلك ترجع لمادة تفرزها أنواع من الطحالب ، كما أن الأسماك تصاب أيضا ببعض الأمراض فى خياشيمها بسبب بعض الطحالب مما يتسبب عنه موتها .

وعندما تنمو الطحالب فى المياه العذبة نموا غزيرا وبخاصة أثناء فصل الصيف ، تقلل كمية الضوء المخترقة لسطح الماء والنافذه للنباتات المائية فتقلل من معدل عملية البناء الضوئى ، وبالتالى يقل تصاعد الأكسجين ، كما تستهلك الطحالب الأكسجين الذائب الذى لا يوجد ما يعوضه ، فتموت الأسماك مختنقه وتطفو على السطح .

ويمكن التخلص من الطحالب المنتشره بمصادر المياه بوسائل عديدة أهمها :

- بث الموجات فوق الصوتية فـى قنوات ميـاه الشـرب أو فـى خزانـات الميـاه وذلك يؤدى إلى تفجر الخلايا الطحلبية وموتها .
- بث التيار الكهربائى بجهد قدره ٩٠ فولت لكل بوصـه بـين قطبـين فـى قنـاه ضيقه تمر فيها المياه المتجه إلى المرشحات بمعدل سـرعة قـدم واحـد/ثانيـة ، لقتل الطحالب وتستخدم هذه الطريقة على نطاق واسع فى فرنسـا حيـث تتوافر الكهرباء من مساقط المياه .
- الإزالة الميكانيكية من خلال مصاف دقيقة مصنوعة مـن الصلـب غـير القـابل للصدأ ، تتخذ شكل طبلة مفتوحه وأثناء دورانها فإن الجـزء المعـرض منهـا للهواء يعاد غسله بنفاثـات مـن المـاء لتخليـص الثقـوب ممـا علـق بهـا مـن طحالب ، وتستخدم هذه الطريقة فى انجلترا ومصر .

الوطن العربى ... والمياه

تتمثل خطورة مشكلة تلوث البيئة المائية فى الوطن العربى فى قلة موارد المياه العذبة ، مما سيكون له نتائج خطيره على مستقبل الأمن المائى والغذائى على اقتصاديات الدول العربية فى المدى البعيد ، ولذا فلا بد من تضافر جهود الباحثين والعلماء والإعلاميين من أجل توعية الناس بضرورة ترشيد استهلاك المياه .

فليس غريبا أن تنشأ الحضارات الإنسانية الأولى فى وديان الأنهار : فى وادى النيل وفى وادى دجله والفرات وحول بحيرة طبرية ، فمساحة الوطن العربى تبلغ حوالى ١٤ مليون كيلومتر مربع أى حوالى ٩٪ من مساحة كوكب الأرض ويمتد الوطن العربى بين خطى عرض ٤° ، ٣٧° وبين خطى طول ١٧° ، ٦٠° فهو يمتد من قرب خط الإستواء ويتضمن الأرض المدارية ومناخاتها الرطبة كما يتضمن مساحات تدخل فى إطار الأرض المعتدلة ، وتنتشر منه مساحات تدخل فى إطار الأراضى الجافة الصحراوية . وتشكل المناطق الجافة وشبه الجافه ما نسبته ٩٦٪ من مساحة الوطن العربى .

ونتيجة لتعاقب نوبات الجفاف فى بعض أجزاء الوطن العربى فإن هذه الأجزاء تعانى من ازدياد ظاهرة التصحر . ولذا فيمكن القول بأن الوطن العربى فقير فى موارد المياه العذبة ، وإذا لاحظنا التوسع الزراعى والتطور الصناعى فى كثير من الدول العربية وتزايد عدد السكان ، لأمكننا القول بأن تطوير هذه الموارد المائيه أصبح ضرورة ملحة ، إذ تشير الدراسات (حول الحاجات المستقبلية للمياه)

إلى أنه لتحقيق الأمن الزراعى لابد من توفير ٣٣٦ مليار متر مكعب من الماء بحلـول عام ٢٠٠٠م . ويؤدى هذا بالتالى إلى عجز مائى يقدر بحدود ٤٠ مليار متر مكعب سنويا بـدءاً مـن نهايـات هـذا العقـد . وستصبح الميـاه فـى الوطـن العربـى سـلعة استراتيجية قد تتجاوز فى أهميتها النفط الـذى كـان ومـا يـزال يثير أزمـات محليـة وعالمية . ويظن البعض أن الحروب القادمة ستكون بسـبب الحصـول علـى مصـادر المياه .

وتشير أرقام الأمم المتحدة إلى أن حوالى ٦٠ مليون نسمة فى الوطن العربى لا يحصلون على مياه نظيفه وأن هناك تسع دول عربية تسـتهلك أكـثر مـن ١٠٠٪ مما لديها من موارد مائيه متجددة كما أن هناك أكثر من ٤٥ مليون نسمة يعيشـون فى مدن بلغ فيها تلوث الماء مستويات غير مقبولة .



شكل (٣٤) أهمية الماء للحياة

وقول كايزفيرر نائب رئيس البنك الدولى لمنطقة الشرق الأوسط فى حديث له مؤخراً : " **أنه إذا كان من بين كل أربعة أفراد فى العالم العربى فرد لا تتوافر له المياه النقية ، وإذا كان من بين كل خمسة أفراد فرد يعيش فى مدن بلغ فيها نسبة التلوث مستويات غير مقبولة فإننا نرى كارثة تلوح فى الأفق تتمثل فى تلوث الهواء والماء** " ... ويشير تقرير صادر من البنك الدولى عام ١٩٩٤م بأن هناك حوالى ٤٥ مليون عربى يعيشون فى مدن بلغ فيها التلوث مستويات تفوق مؤشرات منظمة الصحة العالمية ، وهناك ٩٥ مليون عربى آخرين لا يتوافر لهم الصرف الصحى ، فى نفس الوقت الذى تفقد فيه آلاف الأفدنة من الأراضى الزراعية سنويا نتيجة التصحر . ويتوقع التقرير أنه فى خلال السنوات العشر القادمة سوف تزيد المشكلات البيئية حيث سيزيد عدد سكان الدول العربية من ٢٤٠ مليوناً حالياً إلى أكثر من ٣٣٠ مليون نسمة ، كما سيزيد النمو الحضرى مما سيؤدى إلى زيادة الضغط على الموارد المائية النادرة أصلا ، وسيزيد سكان الريف بحوالى ١٢ مليون نسمه مما سيضاعف الضغط على الأراضى القابلة للزراعة التى تشكل حاليا أكثر من ٧٪ من اجمالى مساحة الأراضى فى الوطن العربى . وسوف نلقى الضوء باختصار شديد على أهم مصادر المياه فى الوطن العربى .

(١) نهر النيل *

يبلغ طول نهر النيل ٦٦٩٥كم من منابعه فى بوروندى عند خط عـرض ٤° جنوبا إلى مصبه فى البحر الابيض المتوسط عند خط عرض ٣١° شمالا عنـد مدينتى دمياط ورشيد بجمهورية مصر العربيـة : وتقـدر مسـاحة حـوض النيـل بــ ٢,٩٧٨ مليون متر مربع . ومياه النيل جيدة ، ويختلف حجمها بين عام وآخر ، ولكنها فـى المتوسط حوالى ٨٤ مليار مـتر مكعـب سنويا تـوزع بـين مصـر والسـودان بمقـدار ٥٥,٥ مليار متر مكعب سنويا حصة مصر مقدره عند أسوان ، و١٨,٥ مليـار مـتر مكعب حصه السودان والباقى وهى ١٠ مليار متر مكعب ضـائع فـى البحـر . وإذا أخذنا فى الاعتبار احتياجات مصر فى المسـتقبل مـن الميـاه فـإن الواقـع يؤكـد أنهـا ستكون بـحاجة لنحو ١٨ مليار متر مكعب سنويا فى نهاية هـذا القـرن . فمـا هـو الحل ؟

ولكن بالنسبة للسودان فإن مطالبها المائية أقل من مطـالب مصـر ، ويعـود ذلك لقلة عدد سكانها نسبياً ومطرها الغزيز المنتظم . ومع ذلك فـإن مشـكلة الميـاه تتعقد فى كل من مصر والسـوادن نظـرا للجفـاف والتصحـر الـذى أصـاب هذيـن القطرين .

ويتلقـى نهـر النيـل كميـات هائلـه مـن الملوثــات الخطـره مثـل نفايــات

---

* مقالة د. سمير عيسى سعد . مجلات البيئة الكويتية ١٩٩٤م .

وكيماويات المصانع والصرف الزراعى المحمل بآثار المبيدات الحشرية والأسمدة الكيميائية ومخلفات المجارى والملوثات التى تهدد صحة الإنسان والبيئة بشكل عام . وتتواجد فى مياه النيل أنواع مختلفة من الملوثات منها المعادن الثقيلة كالزئبق والرصاص والكادميوم ، وكذلك يوجد الكبريت بالإضافة للملوثات البيولوجية مثل الكائنات البكتيرية والفيروسات والديدان والطحالب . وتشير التقارير الطبية إلى أن عدد حالات الوفاة فى مصر بسبب الأمراض المنقولة عن طريق المياه الملوثة يزيد عن ٩٠ ألف حالة فى العام الواحد . فلقد عاش الإنسان المصرى عصورا طويلة ينظر إلى نهر النيل نظرة إجلال واحترام باعتباره شريان الحياة وكان عليه فى عقيدته القديمة أن يقف أمام العدالة الإلهية فى يوم البعث ليؤكد أنه لم يلوث النهر حتى يستحق نعيم الحياة الآخره ، فقد قدسه الأجداد ولوثه الأحفاد !!!

(٢) نهر الفرات

ينبع نهر الفرات من نبعين كبيرين فى تركيا (**قره صو ، مرادصو**) حيث يسير ليدخل سوريا ويجرى فيها مسافة ٦٧٥كم وبعدها يدخل العراق عند مدينة البوكمال حيث يسير ليصب فى شط العرب بطول ٢٧٠٠كم ، ولذا فهو أطول أنهار جنوب آسيا . وتبلغ المساحة الكلية لحوض نهر الفرات ٤٤٤ ألف كيلو متر مربع (٣٨٪ فى تركيا ، ١٧٪ فى سوريا ٤٥٪ فى العراق) .

ويختلف إيراد النهر من شهر إلى آخر ومن عام إلى آخر ، ولكن متوسط الايراد يبلغ ٢٦,٤ مليار متر مكعب سنويا ، توزع كالتالى :

١٠ مليار متر مكعب لتركيا ، ٤,٥٠مليار متر مكعب لسوريا ، ١١,٨٥ مليار متر مكعب للعراق . وتعتمد كل من سوريا والعراق اعتمادا حيويا على مياه نهر الفرات .

(٣) نهر دجلة

ينبع نهر دجله من الأراضى التركية ويبلغ طوله من منبعه إلى مصبه فى شط العرب ١٨٤٠كم ويأتى ٤٠٪ من إيراده المائى من المناطق الجبلية التركية أما الباقى فيأتى من روافده بالأراضى العراقية . وهناك بعض الروافد التى تنبع من الأراضى الإيرانية مثل **كارون وكاركية** . يمر نهر دجلة أيضا فى أراضى تركيا وحدود سوريا والعراق ولكن الجزء الأكبر منه يوجد فى العراق . وتبلغ المساحة الكلية لحوض دجله مع روافده ١٦٦,١٥ كيلومتر مربع .

ويبلغ ايراد النهر عند مدينة الموصل فى العراق ٤٥,٢٨ مليار متر مكعب سنويا . ولا يقل التلوث فى نهرى دجلة والفرات عما هو موجود فى نهر النيل وإن كانا على صورة أقل ولكن تلوث النهرين فى العراق يوجد على صورة أكبر بكثير مما هو فى تركيا أو سوريا .

(٤) شط العرب

شط العرب هو الاسم الذى يطلق على المجرى السفلى لنهرى دجله والفرات بعد إلتقائها شمال مدينة البصره العراقية ويبلغ طول شط العرب ١٩٠

كيلومتر قبل التقائه بنهر كارون الذى ينبع من إيران . ونوعيه مياه شط العرب أقل جوده من نهرى دجله والفرات لأن كمية الأملاح المذابة فيه أكثر مما هى فى النهرين .

(٥) أنهار سوريا ولبنان

يوجد فى كل من سوريا ولبنان عدة أنهار صغيره مثل نهر العاصى الذى ينبع من منطقة البقاع اللبنانية ويسير فى لبنان مسافة ٣٥ كيلومتر ، ثم يدخل سوريا ليسير فيها حوالى ٥٠٠ كيلومتر ، ثم يدخل تركيا حتى الاسكندرونه ليصب فى البحر الأبيض المتوسط قرب مدينة إنطاكيه ، ومياهه جيدة تستخدم فى الرى وتوليد الكهرباء ومصدر لمياه الشرب ، ويبلغ إيراده السنوى من المياه ٢٤٥ مليون متر مكعب .

توجد كذلك عدة أنهار صغيرة مثل نهر الخابور ونهر الساجور ، والسن وبردى والأعوج وبانياس ويبلغ إيراد هذه الأنهار ٢,٨ مليار متر مكعب . والتلوث فى هذه الأنهار عموما قليل جداً لقلة الملوثات البشرية التى تصب فيها أو قلة المصانع التى تلقى بمخلفاتها فيها .

ويقدر الخبراء أن سوريا والعراق ولبنان ستعانى عجزا مائيا بحلول عام ٢٠٠٠م ، مع ملاحظة أن هضبة الجولان المحتله والتى تحوى فى باطنها مياه بكمية كبيره يمكن أن تسد جزءا لابأس به من ذلك العجز ، كما أن نهر اليرموك الذى

ينبع من سوريا ويصب فى نهر الأردن والذى يقدر معدل إيراده السنوى بـ ٤٠٠ مليون متر مكعب يمكن أن يسد أيضا جزءاً آخر من هذا العجز .

أما نهر الليطانى فيقع كله فى الأراضى اللبنانية ويبلغ طوله ١٧٠ كيلومتر حيث يصب فى البحر الأبيض المتوسط قرب مدينة صور ويبلغ إيراده السنوى حوالى ٨٥٠ مليون متر مكعب سنويا ومياهه ممتازه ويستخدم للرى والشرب وكميات الملوثات به شبه منعدمه .

نهر الحاصبانى ينبع من جبل الشيخ على ارتفاع ٩٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر ويبلغ إيراده السنوى حوالى ١٥٣ مليون متر مكعب سنويا . وقد قامت اسرائيل بعمليات كثيره وحصلت منها على كميات كبيره من المياه سواء من هذا النهر أو من نهر الوزانى القريب منه ، كما أتمت اسرائيل عام ١٩٨٧ تحويل مياه الحاصبانى وينابيع الوزانى وجزءا من مياه نهر الليطانى ، وبذلك استولت على أغلب الموارد المائية فى الجنوب اللبنانى وهذه المياه بالطبع ليست مياه فائضه عن احتياجات لبنان ، ولا تتوفر لدنيا معلومات عن نسبة التلوث فى هذه المصادر المائية .

(٦) مياه شبه الجزيرة العربية

لاتوجد أنهار جارية فى شبة الجزيرة العربية ، فتحصل المملكه العربية السعودية على المياه من أربعة مصادر هى :

(١) المياه السطحية وتشمل مياه السيول الناتجه عن الأمطار والتى تقدر بحوالى ٢ مليار متر مكعب سنويا ويتم الاستفادة منها عن طريق السدود ويوجد فى المملكة ما يقرب من ٢٠٠ سد اكتمل إنشاء أغلبها ، وتبلغ السعة التخزينية لهذه السدود حوالى ٤٤٥ مليون متر مكعب من المياه .

كما يوجد فى المملكة عدد من العيون ، فى حين يوجد عدد كبير من الينابيع فى أنحاء كثيره من المملكة وبعض هذه العيون ذات درجات حرارة عالية قد تصل إلى ٨٥°س مثل العيون الحارة فى جيزان .

(٢) المياه الجوفية وهى تقوم بتغطية أكثر من ٧٠٪ من احتياجات المملكة للمياه .

(٣) مياه البحر المحلاه وهى من أهم مصادر المياه فى المملكة العربية السعودية التى تعتبر أكبر منتج للمياه المقطره فى العالم (حوالى ٣٠٪ من إنتاج العالم) ويوجد حوالى ٢٤ محطه تحلية بالمملكه موزعة على ساحلى البحر الأحمر والخليج العربى وتقوم بتغطية حوالى ٥٠٪ من الاستهلاك اليومى من المياه .

(٤) مياه الصرف الصحى المعالجة وهى تمثل نسبة ضئيلة جداً من موارد المياه بالمملكه وتقدر كميات المياه المستعمله من هذا المصدر حوالى ١٠٠ مليون متر مكعب .

أما مياه دولة الكويت فهى قليله وتصنف مواردها المائيه إلى :

(١) المياه السطحية وهى عبارة عن مياه السيول الناتجه عن مياه الأمطار ويضيع معظمها نتيجة التبخر والباقى يتسرب لباطن الارض .

(٢) المياه الجوفية وهى عبارة عن مياه جوفية صليبية تتراوح ملوحتها بين (٢٠٠٠،٥٠٠٠) جزء فى المليون ، أو مياه جوفيه عذبه . وأهم تكوين حامل لهذه المياه هو تكوين الدبدبة المتمركز فى النصف الشمالى من أراضى دولة الكويت . وتقل ملوحة هذه المياه عن ١٠٠٠ جزء فى المليون ولكن كمياتها شأنها فى ذلك شأن بقية دول الخليج ، سخرت التقنية الحديثه لتقطير مياه البحر ، والكويت هى أول دولة خليجية قامت بتقطير مياه البحر (١٩١٤م) وتوجد ست محطات تقطير تنتج ١٦٥ مليون متر مكعب سنويا وهذا يغطى حوالى ٦٣٪ من احتياجات الكويت المائية .

أما فى دولة البحرين فالمياه الجوفية هى أهم الموارد المائية فتبلغ ١٧٠ مليون متر مكعب سنويا ، كما توجد فى البحرين عيونا طبيعية برية وبحرية ، كذلك لجأت دولة البحرين إلى تقطير مياه البحر نتيجة نقص المياه فأقامت ثلاث محطات يبلغ إنتاجها السنوى ٤٥ مليون متر مكعب سنويا (تقدير عام ١٩٨٤م) . وتحاول البحرين استغلال مياه الصرف الصحى فى الأغراض الزراعية بعد معالجتها .

ولا تختلف قطر كثيرا عن ذلك ، فلا يوجد فى دولة قطر نهر دائم ولكنهـا تعتمد على المياه الجوفية ، وهى مياه مالحه لقرب مصادرها من مياه الخليج العربى ، كما تعتمد قطر أيضا على المياه المقطرة من البحر لسد الحاجة السـكانية والصناعيـة والزراعية فتوجد فيها محطتين لتقطير مياه البحر بسعة إنتاجية سنوية تبلغ ٦٥ مليـون متر مكعب سنويا . كما أنشأت دولة قطر محطتـين لمعالجـة ميـاه الصـرف الصحـى بسـعة انتاجيه سـنوية تبلـغ حـوالى ٤٠ مليـون مـتر مكعـب تسـتخدم فـى القطـاع الزراعى . وتـحتـاج قطر إلى كميات كبيرة من المياه ربما تقوم بتعويضها عن طريق المياه المقطرة .

دولة الامارات العربية المتحدة أيضا لا يوجد بهـا نهـر دائـم الجريـان وهـى تحصل على حاجاتها من المياه سواء من المياه السطحية المتمثله فى العيـون والأفـلاج ومياه الوديان (الفلج شق مائل يحفره الإنسان فى الأرض حتـى يصـل إلى مسـتوى المياه الجوفية) وقد قدرت الموارد من هـذه المصادر بنحو ١٧٥ مليون متر مكعـب (تقديرات عام ١٩٨٦م) . أما المياه الجوفية فيقدر إنتاجها بحوالى ١٠٠ مليون متر مكعب سنويا وهى مياه جيده تسوء كلما اتجهنا ناحية الساحل . لذلـك فـإن ميـاه البحر المقطره تعتبر مصدر كبير من مصادر المياه فى دولة الامـارات فيقـدر إنتاجهـا بحوالى ٢٣٢ مليون متر مكعب فى السنة . وقد بادرت الدولة لإقامة محطات لمعالجة مياه المجارى وإعادة استخدامها فى الأغراض الزراعية تنتـج حـوالى ٦٣ مليـون مـتر مكعب سنويا . ومع ذلك فالعجز المتوقـع عـام ٢٠٠٠ سيكون فـى حـدود ١٥٠ مليون متر مكعب سنويا ولابد لدولة الامارات شأنها شأن كل الدول الخليجية مـن

أن تلجأ إلى زيادة كمية المياه المقطره ومياه الصرف الصحى المعالجه لكى تحافظ على بيئة سليمه فى المستقبل .

أما سلطنة عُمان فتختلف بعض الشيء عن بقية دول الخليج فى أن أمطارها من النوع الإعصارى ذى الكثافة العالية وقصر مدة التساقط ومع أنه لا يوجد نهر فى السلطنه إلا أنه يوجد القليل من التصريفات الدائمة الجريان فى الأحباس العليا من الأودية ويبلغ مجموع الموارد المائية السطحية فى السلطنة ٩١٨ مليون متر مكعب سنويا أما المياه الجوفية فتتباين من مياه شديدة العذوبة إلى مياه شديدة الملوحة ، وتقدر كميات المياه الجوفية بـ ٦٠٠ مليون متر مكعب سنويا يستخدم أغلبها فى الأغراض الزراعية . وتعتبر سلطنة عُمان من أوائل الدول التى أولت البيئة اهتماما خاصاً ولعلها أول دولة عربية تنشيء وزارة خاصة بالبيئة . وقد بدأت السلطنة منذ سنوات بإقامة مشاريع لمعالجة مياه الصرف الصحى واعادة استخدامها فى رى الحدائق ومناطق الأشجار المثمرة ويقدر وارد هذه المشاريع بحوالى ٩ مليون متر مكعب سنويا تستخدم كلها فى الزراعة . ويقدر العجز المائى فى السلطنة عام ٢٠٠٠م بحوالى ١٠٤ مليون متر مكعب سنويا لذلك تقوم السلطنة بزيادة عدد السدود المنشأة وزيادة كمية مياه البحر ومياه الصرف الصحى المعالجة .

لا تختلف اليمن أو دول الشمال الافريقى (ليبيا - الجزائر - تونس - المغرب) عن دول الخليج كثيرا فى مصادر المياه فأغلبها يعتمد على المياه الجوفية والمياه المقطرة الواردة من البحر مع أنه توجد أنهار عده فى كل من الجزائر وتونس والمغرب .

وبنظرة سريعة نجد أن دول الوطن العربى كلها ستتعرض للعجز المـائى فى السنوات القليلة القادمة . فماذا فعلنا ونفعل أو سنفعله فى انتظار ذلك اليوم ؟

الفصل الثانى عشـر

التصحر .... والتنـــوع البيولـوجـى

Desertification and Biodiversity

﴿ ويسعون فى الأرض فساداً والله لايحب المفسدين ﴾
﴿ سورة المائدة آية ٦٤ ﴾

إن كان مؤتمر نيروبى الذى عقدته الأمم المتحدة فى أغسـطس ١٩٧٧ هـو بداية الاهتمام العالمى بمشكلة التصحر ، فذلك لا يعنـى أنهـا مشـكلة جديـدة علـى العـالم ، فمشكلة التصحر تعد من أهم وأقدم وأخطر المشـاكل التـى تواجـه العـالم عامة ، والوطن العربى خاصة ، لأن أغلـب أراضيـه تقـع فـى المنـاطق الجافـة وشبه الجافة . وقد نشرت الـ UNEP فى تقاريرها أن الفاقد السنوى فى الانتاج الزراعي العالمى نتيجة التصحر يقدر بما قيمته حوالى ٢٦ بليون دولار ، مما يدل على الخسارة التى يتكبدها العالم من جراء هذه المشكلة . ورغم أن مؤتمر نـيروبى قـد اتخـذ عـدة قرارات للحد من عملية التصحر إلا أن هـذه الجهـود للأسـف لم تؤتـى ثمارهـا فـى مواجهة المشكلة بل أنها فى تزايد مستمر .

ورغم وجود الصحارى فى كل قارات العـالم ، إلا أنـه ارتبـط فـى الذهـن بالشرق الأوسط وشمال إفريقيا ، وبالعالم العربى والإسلامى مـع أنـه توجـد منـاطق صحراوية شاسعة فـى الأمريكتين واسـتراليا وهـى كلهـا صحـارى قاسية تعكـس بشكل عام أهم ملامح الصحراء من خلاء واسع مترامى قليل جداً فى مظاهر الحياة النباتية والحيوانية إلى جانب ندرة الماء وارتفاع درجـة حـرارة الجـو التـى تـؤدي إلى تبخر جزء كبير جداً مما يسقط عليها من أمطار متفرقة وسقوطها غير منتظـم فـى أغلب الأحيان .

ولكن ما هى الصحراء ؟

يختلف تعريف التصحر عند ذوى التخصصات المختلفة ، فعالم المنـاخ مثـلا يهتم بحركة كتل الهواء وكمية الأمطار ، فى حين يـرى عـالم النبـات أن خصـائص الكساء الخضرى هى التى تحدد مفهوم التصحر ، بينما عالم التربة يهتم بنوعية التربة ودرجة خصوبتها .

وللآن يوجد جدل ... حول تعريـف التصحـر ، وكـان راب **Rapp** أول من عرف التصحر بمفهومه الشامل عام ١٩٧٤ بأنه " **انتشـار الظـروف والحـالات البيئية الشبيهة بتلك السائدة فى الصحراء فى المناطق الجافة وشـبه الجافـة نتيجـة تأثير الانسان والتغيرات المناخية** " .

فالتصحر إذا هو أحد أشكال التدهور الشامل الـذى يطـرأ علـى البيئـة فـى منطقة ما ، بفعل جملة من العوامل المتداخله مع بعضها ، ففى بعض البيئات تتدهور

قدرة الأرض على الإنتاج النباتى وبالتالى يحدث نقص فى الانتاج الحيوانى بما يؤدى بهذه البيئات إلى ظروف تشبه ظروف البيئة الصحراوية . ولكننا يجب أن نفرق بين الجفاف والتصحر ، فبينما نجد أن الجفاف ظاهرة طبيعية تجئ وتذهب ، يعتبر التصحر عملية مختلفة تماما تكون ناتجه عن نشاطات الإنسان فى أكثر الأحيان ، ولذلك يميل بعض العلماء إلى تسميتها بالتصحير لأنها من فعل الإنسان ، ومع أن الجفاف يكون بداية للتصحر إلا أن العامل الرئيسى المسبب للتصحر هو الأنشطة البشرية والمتمثلة فى سوء استغلال الأراضى وإدارتها والمغالاة فى الاستفادة من الغطاء النباتى والدليل على ذلك أن التصحر يمكن أن يحدث فى المناطق الرطبة وشبه الرطبة أيضا .

*** الصحراء فى العالم**

تبلغ مساحة الصحارى فى العالم أكثر من ٤٨ مليون كيلومتر مربع أى ما يعادل ٣٦,٣٪ من المساحة الكلية لسطح اليابسة (الصحراء الطبيعية) أما إذا أضفنا إليها ما تحول من أراضى زراعية إلى صحراء (تصحر) فإنها تبلغ حوالى ٤٣٪ من المساحة الكلية لسطح اليابسة أى أن ماتحول من أراضى زراعية إلى صحراء نتيجة الاستغلال الجائر للإنسان قد بلغ حوالى ٧ مليون كيلو متر مربع . ويعانى من مشكلة التصحر حوالى ٦٣ دولة من دول العالم .

أما بالنسبة للوطن العربى والذى يمتد من موريتانيا غربا إلى الخليج العربى شرقا ، ومن أقصى شمال العراق حتى أقصى جنوب الصومال شاغلاً مساحة قدرها

حوالى ١٤ مليون كيلومتر مربع ، فهو يتميز بتنوع البيئات بحيث يشمل الأراضى القاحلة والغابات المعتدلة والاستوائية والجبال والأراضى الزراعية التى تتركز حول الأنهار ، وتبلغ مساحة الأراضى الصحراوية القاحلة أكثر من ٨٠٪ من مساحة الوطن العربى .

ويعانى الوطن العربى من مشكلة التصحر أكثر من غيره والدليل على ذلك أن الأراضى التى تحولت إلى صحراء فى تونس مثلا قد بلغت ١٢٥٠٠كم٢ خلال ١٠ سنوات فقط ، ما يحدث فى موريتانيا والسودان نتيجة تأثرهما بنوبات الجفاف المتتالية ، ولا تقل العراق وسوريا عن ذلك فنسبة كبيرة من أراضيهما قد تصحرت بفعل التملح والتغدق*وأصبحت تلك المناطق عديمة الانتاج .

ذُكر فى دراسة لمنظمة الأغذية والزراعة بالاشتراك مع الـ UNEP أن حوالى ٣٥٧ ألف كم٢ من الأراضى الزراعية والقابلة للزراعة فى الوطن العربى ستصبح تحت تأثير التصحر حتى نهاية هذا القرن أى بنسبة ١٨٪ من مساحة هذه الأراضى وهى نسبة عالية ستؤدى إلى آثار اقتصادية واجتماعية سيئة .

---

* التغدق هو زيادة تشبع التربة بالماء مما يؤدى إلى ضعف التهوية واختناق جذور النباتات .

وقد حدد مؤتمر الأمم المتحدة حول التصحر والذى سبقت الإشارة إليه ، أربع درجات لحالات التصحر وهى :

١ - تصحر خفيف

وفيه يبدأ ظهور بوادر التدهور البيئى متمثلا فى قلة الأنواع التى تكون الغطاء النباتى ولا يؤثر على البيئة بشكل واضح .

٢ - تصحر متوسط

وهو يمثل مرحلة متوسطة من التدهور البيئى ويتمثل فى انخفاض نسبة الغطاء النباتى وانجرافات خفيفة للتربة وتعريتها بسبب الرياح والأمطار ، وازدياد ملوحة التربة ونقص فى الإنتاج يصل إلى ٢٥٪ وتكون فيه الفرصة سانحة لمكافحة التصحر لأن التأخير عن ذلك يعطى فرصة كبيرة لزيادة معدلات التدهور .

٣ - تصحر شديد

ويحدث فيه نقص واضح فى نسبة النباتات المفيدة وتحل محلها نباتات أقل قيمة أو ضارة ، كما يزداد انجراف التربة وتعريتها وينقص الإنتاج بنسبة ٥٠٪ ، وتزداد ملوحة التربة بدرجة لا يمكن استمرار الزراعة معها ، ويعتبر استصلاح الأراضى فى هذه المرحلة عملية ممكنه ولكنها ستكون مكلفة وبطيئة .

٤ – تصحر شديد جداً

وهى أقصى مراحل التدهـور فتصبـح فيهـا الأرض جـرداء وتنعـدم قدرتهـا الإنتاجية تماما ، ومن الصعب استصلاح الأراضى مرة أخرى عنـد وصولها لهذه المرحلة .

وكما ذكرنـا بـدأ اهتمـام حكومـات العـالم بعمليـة التصحـر ، التـى ازداد حدوثها بسرعة فى العصور الأخيره ، وكان نتيجة ذلك ضيـاع مسـاحات شاسـعة من الأراضى المنتجة ، فيعانى ما بين ٨٠٠ – ١٠٠٠ مليـون نسـمة فـى العـالم مـن نتائج التصحر . كما بلغت مساحة الأراضى التى تصحرت فى العالم نتيجـة اهمـال الدراسات البيئية فى المشروعات الإنمائية ما يعادل مساحة البرازيل أكبر دول أمريكا اللاتينية ، وكان من نتائج التصحر تسارع الهجرة من الريف إلى المدن والعيـش فـى العشوائيات التى تفتقر إلى أبسط مظاهر الحياة الكريمة .

وتشـير بعـض الدراسـات إلى أن الأراضـى القابلـة للزراعـة والاسـتصلاح الزراعى فى العالم والتـى تبلـغ ٣٠ مليـون كـم٢ ستتناقص بشـكل تدريجـى ، وأن حوالى ٦٠٠كم٢ من الأراضى الزراعية تتحول إلى صحراء سنوياً . وممـا يزيـد مـن خطورة التصحر أن المناطق المتصحرة لا يمكن بسهولة استعادة حالتها الأصلية ، ومما يؤكد ذلك أن كثيرا من الحضارات زالت نتيجة للتصحر . ففى السودان مثـلا نجـد أن الأجزاء الشمالية التى كانت مليئه بالغابات حتى عهد قريب ، الآن أزيلت هـذه الغابات لأغراض الزراعة وتدهورت الأراضى وزحفت الصحراء .

وفى مصر كانت المنطقة الغربية (غرب الاسكندرية) تعتبر مزرعة القمح للدولة الرومانية ، كما كانت تنتج أفخر أنواع الكروم والزيتون ، ولكنها تصحرت وتدهورت قدرتها على العطاء الآن . وفى الأردن نرى آثار الغابات فى بعض المناطق التى أصحبت الآن صحراوية جافة نتيجة تدخل الإنسان بالرعى الجائر والتقطيع المستمر لأشجار هذه الغابات ، ولاشك أن التلوث الهوائى يقوم بدور فعال فى إحداث التصحر كما هو حادث الآن فى كثير من المناطق الرطبة سواء فى أوروبا أو أمريكا حيث تفقد الأراضى الرطبة هناك غطاءها النباتى وقدرتها على الإنتاج نتيجة تزايد حموضة ماء المطر وأثره على الغطاء النباتى والتركيب الكيميائى للتربة .

* مظاهر التصحر ونتائجه

هناك ظواهر عديدة تحدث نتيجة للتصحر ، وأهمها ما يلى :

١ - زيادة حركة الكثبان الرملية وزحفها ، والتى قد تغمر المناطق الزراعية والطرق .

٢ - تدهور بيئة المراعى لانخفاض كثافة الغطاء النباتى ، والكتلة الحيوية التى تنتجها المراعى ، وما يتبع ذلك من استنفاذ للمرعى والغذاء اللازم للحيوانات .

٣ - تدهور الامدادات بالماء ن وتغير معدل التسرب السطحى ، وكما نعلم أن تغير المياه الجوفية كما وكيفاً يعد أحد مظاهر التصحر .

٤ - التغدق بالماء ، وملوحة الأراضى الزراعية .

٥ - انخفاض الإنتاج للمحاصيل فى الأراضى الزراعية التى تعتمد على ماء المطر ، فلا شك أن تدهور التربة ونقص موارد المياه الناتجين عن التصحر كلها تؤدى لانخفاض إنتاج المحاصيل .

٦ - اتلاف الغابات وإزالة الأشجار الخشبية ، وهذا يؤدى إلى انخفاض الكتلة الحيوية الخشبية ، وبالتالى الاضطرار إلى السير والانتقال مسافات طويلة من أجل الحصول على حطب الوقود أو مواد البناء .



شكل (٣٥) قطع الأشجار الخشبية لاستخدامها كوقود

*** أسباب التصحر**

يعود التصحر إلى كثير من الأسباب منها الأسباب الطبيعية والأسباب البشرية :

أولاً : الأسباب الطبيعية للتصحر

رغم أن العوامل البشرية تمثل العامل الأكبر والأهم في انتشار التصحر ، إلا أن هناك بعض العوامل الطبيعية التى تكون سبباً فى عملية التصحر منها :

١ - الظروف المناخية

تمثل الظروف المناخية أكثر الأسباب الطبيعية التى تؤدى للتصحر ، خاصة قلة الأمطار الساقطة على المناطق القابلة للتصحر ، مما يجعلها مناطق هشة سريعة التأثر لأى عامل مؤدى إلى التصحر . فقلة الأمطار أو تذبذبها من سنة لأخرى فى بعض المناطق يجعلها تتعرض لنوبات من الجفاف تؤدى بالتالى إلى تدمير القدرة البيولوجية للأراضى مما يساعد على انتشار التصحر . والجدول رقم (٩) يوضح أن معدل سقوط الأمطار وهى المصدر الرئيسى للمياه فى الوطن العربى متفاوت جداً ، وأن حوالى ٦٦٪ من مساحة الوطن العربى مناطق جافة وشبه جافة ، تقل الأمطار فيها عن ١٠٠ ملليمتر ، وهذا القدر لا يكفى للزراعة ، بينما ١٦٪ من مساحة الوطن العربى تتلقى مطراً سنويا يتراوح بين ١٠٠ - ٣٠٠ ملليمتر ، وهذه الكمية لا تكفى إلا لنمو بعض النباتات العشبية والشجيرات ، أما المناطق الباقية فهى مناطق مناسبة للزراعة .

معدل كمية الأمطار السنوية (مم)	المساحة الكلية التى تسقط عليها الأمطار (كم٢)	النسبة المئوية
أقل من ١٠٠	٩,١٥٨,٠٩٦	٦٦
من ١٠٠ - ٣٠٠	٢,١٩٤,٤٣٥	١٦
من ٣٠٠ - ٦٠٠	١,٣٢٠,٢٤٣	٩,٥
من ٦٠٠ - ١٠٠٠	٨١٥,٥٩٦	٥,١
أكثر من ١٠٠٠	٢٨٨٣٤,٠٠٠	٣,٤
المجموع	١٣,٧٦٦,٧١٠	١٠٠

جدول (٩) بيان توزيع الأمطار فى الوطن العربى

٢ - تحركات الكثبان الرملية

تلعب تحركات الكثبان الرملية دوراً مهما فى انتشار التصحر لأن زحف الرمال على الأراضى الزراعية أو أراضى المراعى يؤدى إلى تحويلها لصحراء عديمة الإنتاج . وتعتبر الكثبان الرملية المتحركة من أكبر المشاكل فى كثير من المناطق الصحراوية ، إذ تزحف على القرى والأراضى الزراعية والطرق وتغرقها فى بحر من الرمال . كما تسبب الرمال المتحركة نحراً وتآكلا فى بعض المناطق وتغطى الآبار والمزارع وقنوات الرى - كذلك يؤدى اختفاء

* الجدول عن المنظمة العربية للتنمية الزراعية - الخرطوم - برنامج الموارد الطبيعية ١٩٨٠ .

الغطـاء النبـاتى فـى بعـض المنـاطق - بسـبب قطـع الأشـجار والشـجيرات والاحتطاب والرعى الجائر إلى انهيار التربة الزراعية وسفى حبيباتها .



شكل (٣٦) زحف الرمال يتلف المزروعات ويؤدى للتصحر

وتهدد الرمال المتحركة بعض المناطق الزراعية فى وسـط الصحـراء خاصة الواحات ذات الأراضى الزراعية الخصبة وعيون الماء كمـا هـو الحـال فـى واحـات

الصحراء الكبرى فى مصر وواحة الأحساء بالمملكة العربية السعودية . وهناك طرق عديدة لتثبيت الكثبان الرملية منها تنمية نباتات عشبية تحمى الكثبان من التنقل وتعمل على تماسك حبيبات الرمل وثباتها فى مكانها وهذا ينجح فى الأماكن الممطرة ، أما فى الأماكن شديدة الجفاف فالأمر يستلزم اتباع طرق أخرى كزراعة حواجز من الأشجار سريعة النمو ومقاومة للجفاف والحرارة مثل أشجار الأثل . وهناك طرق عديدة لتثبيت الكثبان الرملية بالكيماويات مثل رشها بالأسفلت والزيت الخام إلا أنها سرعان ما تندثر بعد عدة أعوام ويعود الحال إلى ماكان عليه علاوة على تكاليفها الباهظة . وعموما تعتبر طريقة تثبيت الكثبان الرملية بالكساء النباتى المزروع هى أفضل الطرق .

*** ثانيا – الأسباب البشرية للتصحر**

يمثل الإنسان والأنشطة التى يقوم بها السبب الرئيسى لعملية التصحر ، فاستغلال الأنسان الجائر لبيئته أدى إلى تدهور الغطاء النباتى والتربة وقلة الماء وبالتالى أدى إلى التصحر . ومن أهم الأنشطة الإنسانية التى أدت إلى حدوث التصحر مايلى :

١ – الرعى الجائر

الرعى الجائر هو أحد أهم الأسباب لزوال الغطاء النباتى وبالتالى خلق ظروف التصحر ، ففقد الغطاء النباتى يتبعه اختفاء الحيوانات التى ترعاه ، كما أن نقص الغطاء النباتى يساعد على تعرية التربة وانجرافها ، وما يتبعه من نقص فى

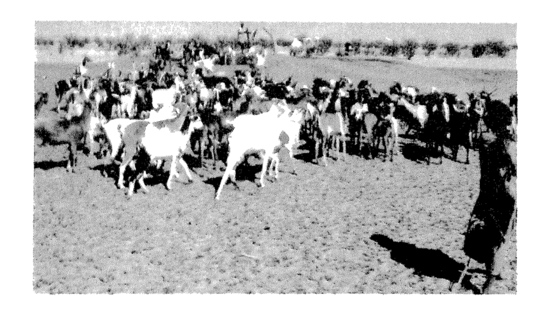
انتاجية الأرض وتدهورها ، والأراضى التى ترعى فيها أعداداً كبيرة مـن الحيوانـات تتسبب فى إزالة تماسك الطبقة فى انتاجية الأرض السطحية للتربة ممـا يسـاعد علـى التسرب السطحى للماء ، فيؤدى ذلك بدوره إلى جفاف الأرض فـى تلـك المنـاطق وتحولها إلى أراضى ذات طبيعة صحراوية جافة .

ويلعب التكوين القبلى فى المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية دوراً هامـا فى عدم حماية المراعى خاصة أن الجميع يسـعى لزيـادة عـدد الحيوانـات لديـه حتـى يتصف بـالثراء ، فهنـاك بعـض المفـاهيم الخاطئـه لـدى البـدو مثـل اعتبـارهم كـثرة الحيوانات رمزاً للجاه والسلطان الاجتماعى غير عابئين بمـا سيحدث للمراعـى مـن تدهور . صحيح أن المراعى منذ القدم هى الطابع المميـز لصـور الحيـاة فـى الجزيـرة العربية كلها ، ولكن كثرة عدد الحيوانات زاد من الضغط على البيئة النباتية تدريجيـاً مما حولها إلى صحراء جدباء ، خاصة أن الرعـى يتـم بـدون أى إرشـاد أو توعيـة للرعاة . وهناك ظواهر خاصة ببعض مناطق الوطن العربى ، فقد يتمركـز أصحـاب الحيوانات حول أماكن تواجد الماء ، فترعى حيواناتهم حول مـورد المـاء ممـا يـؤدى لزوال الغطاء النباتى فى فترة قصيرة ويعجل ذلك بحدوث التصحر .

٢ – قطع الأشجار

تمثل الأشجار والشجيرات مصدراً مهما لسكان المناطق البدائية لاستخدامها فى بناء منازلهم أو كوقود . ولكن معدل نمو الاشجار قليل بالنسـبة لمعـدل تقطيعها مما يؤدى إلى اختفائها تدريجيا وبالتالى تصحر الأرض . وفى بعض

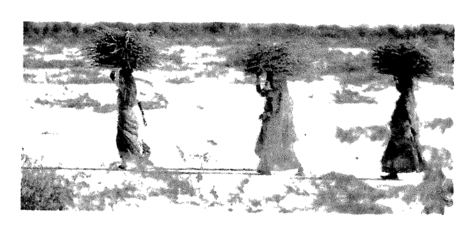
المناطق لايكون تقطيع الأشجار بسبب استخدامها كوقود فقط بل تزال بغرض تحويل بعض أراضى الغابات والرعى إلى أراضى زراعية ، ووجود



شكل (٣٧) الرعى الجائر يؤدى للتصحر

هذه الأشجار له آثار كبيرة على زيادة معدلات سقوط الأمطار وانخفاض درجات الحرارة وزيادة الرطوبة فى الجو ، علاوة على أنها تقلل من سرعة الرياح وبالتالى تعمل على تثبيت التربة وحمايتها ، وتثبيت الرمال المتحركة

وهناك الكثير من الدراسات التى أجريت لبيان أثر إفراط الإنسان فى قطع الأشجار والتى تبين منها أن الإنسان هو صانع التصحر ، كما تشير هذه الدراسات إلى أن الوقود الخشبى أصبح سلعة نادرة صعب الحصول عليها فى كثير من الدول النامية سواء فى المناطق الجافة أم شبه الجافة كما هو حادث فى بعض الدول الإفريقية . وأن بعض النساء فى هذه الدول يضطرون للمشى والبحث عن الوقود مدة طويلة يوميا ، وذلك لاستخدامه فى صنع الغذاء . كما أن الأسر فى المدن تنفق مبالغ كبيرة من دخلها لشراء الخشب المستخدم كوقود والذى فاق سعره سعر البترول .



شكل (٣٨) غطاء الارض فوق الرؤوس لاستخدامه كوقود

وقد قدرت منظمة **الفاو (FAO)** أن مساحة الأشجار والشجيرات التى تقطع سنويا فى المناطق الجافة وشبه الجافة تقدر بحوالى ٤ مليون هكتار . وبالطبع فإن ذلك يؤدى إلى زحف الصحراء وشيوع التصحر الذى لا يمكن علاجه كما لا يمكن تعويض تلك الاشجار المقطوعة .

٣ – التنمية الزراعية الخاطئة

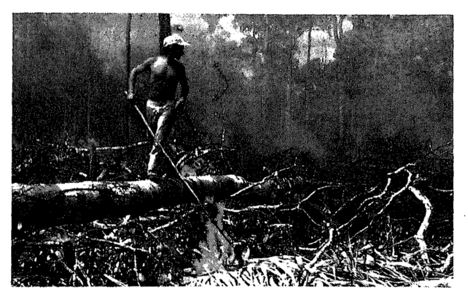
فى كثير من المناطق شبه الصحراوية يلجأ الأهالى للزراعة التى تعتمد على ماء المطر ، ويزرعون أماكن متفرقه خوفا من عدم نزول المطر ، وفى كثير من الأحيان لا يسقط المطر ، وبالتالى تترك الأرض بعد حرثها فتكون هشة غير متماسكة مما يؤدى لانجرافها الشديد بواسطة الرياح ، وحتى إذا سقط المطر بشدة فإن التربة تنجرف أيضا بفعل الماء لأن الأهالى يزيلون الكساء النباتى عند إعداد الأرض للزراعة – الذى كان يعمل على تماسكها – وقد زاد انجراف التربة نتيجة استخدام الآلات الزراعية الحديثة مما ساعد على تفكيك حبيبات التربة نتيجة لعمق الحرث . ويلجأ بعض الأهالى فى تلك المناطق المروية بالمياه الجوفية أو مياه الأنهار مما يؤدى أيضا إلى تدهور التربة نتيجة كثرة استخدام المياه فى الرى ، وذلك لزيادة نسبة الملوحة بها أو تغدقها ، اعتقادا من الأهالى أنه كلما زادت المياه فى التربة كلما كثر المحصول وزاد الانتاج . ولكن زيادة المياه فى التربة تضعف من قدرتها البيولوجية ، مما يعمل على نقص التهوية ويعرض جذور النباتات

للاختناق (تغـدق) أو نتيجة للتبخر الشديد للماء فتكثر نسبة الأملاح في التربة (تملح) .

وكما حدث في مصر مثلا أو العراق وسوريا فإن الإسراف في استخدام مياه الري أدى إلى تدهور التربة وتصحرها نتيجة تملحها أو تغدقها ، ومما يساعد على التملح أيضا وجود بعض الظروف الجوية التي تساعد على التبخر الشديد ، كما أن الاسراف في استخدام الأسمدة والمخصبات وعدم تنظيم الصرف يعمل على تدهور الأراضي الزراعية ، وقد نجد أن اندفاع الحكومات لزيادة الانتاج الزراعي تأمينا لحياة الأجيال التي يتزايد عددها بشكل رهيب يدفعها لاستخدام الأسمدة بكثرة وإجهاد الأرض بالمحاصيل مما يؤدي إلى سرعة تدهورها وبالتالي تصحرها .

٤ - الحرائق

تعتبر الحرائق من أكبر الأسباب التي تحول مناطق السافانا الجافة أو الغابات إلى أراضي متصحره ، ومن أهم أسباب الحرائق أعمال تجهيز الأراضي للزراعة ، فقد وجد أن كثير من الأشجار تتعرض للانقراض نتيجة الحرائق حيث تُحرق الأشجار وتقتل البذور والبادرات . وتلعب الحرائق دوراً مهما في جرف التربة وذلك لتعريتها من كسائها النباتي ، فيسهل انجرافها بالرياح أو بالمياه . كما أن الحرائق تفسد المواد العضوية الموجودة بالتربة وتهلك الكائنات الحية التي تعيش في هذه المناطق والتي تقوم بدور كبير في خصوبة التربة .



شكل (٣٩) حرق الغابات من أجل تحويلها لأراضى زراعية

٥ – زيادة أعداد السكان

لاشك أن زيادة عدد السكان هو من أهم العناصر المؤدية لمشكلة التصحر ، لأن زيادة السكان تؤدى إلى قلة الأراضى الزراعية ، فالزيادة

السكانية يتبعها بناء مساكن وإقامة مدن وطرق ومنشآت جديدة ، وللأسف ففى الوطن العربى لاتقام المدن الجديده إلا فى الأراضى الزراعية ، فنفقد بذلك الكثير منها وبالطبع فإن الفاقد فى مساحة الأراضى الزراعية يزيد كثيرا عن الأراضى المستصلحة ، ولو علمنا أن عدد السكان فى الوطن العربى والدول النامية عامة يزداد بمعدل كبير إذ يتضاعف كل ٢٥ سنة تقريباً ، وتوفير الغذاء لهذه الأعداد المتزايده يستلزم إجهاد الأراضى الزراعية حتى تفى بمتطلبات هذه الأعداد من المحاصيل الغذائية مما يؤدى بالتالى إلى ضعف القدرة الانتاجية لها وتدهورها السريع مما يعجل بظهور مشكلة التصحر . كما أن زيادة السكان فى كثير من الأراضى الجافة وشبه الجافة مع الافراط فى الرعى حيث يتولد نوع من التنافس على استخدام الأراضى بين إنتاج المحاصيل وبين تربية الحيوان بدلا من أن يكون هناك تكامل بينهما .

وقد أثبتت الدراسات العلمية أن المناطق الجافة وشبه الجافة كانت دائما عبر التاريخ مصدر الزيادة فى السكان . ومع ما تعانيه البيئة من فقر ، فإن هذه الزيادة فى عدد السكان تؤدى إلى الافراط فى استغلال الأرض أو إلى الهجرة منها . ولهذا حدد مؤتمر الأمم المتحدة للتصحر فى نيروبى أرقاماً قياسية لعدد السكان فى المناطق الريفية ، بحيث لا يتعدى ٧ نسمة/كيلومترا مربعاً فى المناطق الجافة ، ٢٠نسمة/كيلومترا مربعاً فى المناطق شبه الجافة ولكننا لو نظرنا إلى الواقع لوجدناه يفوق ذلك بكثير مما يسرع بتصحر تلك الأراضى .

* **مكافحة التصحر**

ذكرنا أن خطة عمل قد وضعت لمكافحة التصحر فى مؤتمر الأمم المتحدة للتصحر فى عام ١٩٧٧ ، ولكن التصحر مازال مستمرا وبنفس معدله بالرغم من جهود دول العالم فى مكافحتة . وكان من أهم اسباب عدم نجاح خطة العمل هذه هو عدم المشاركة الوطنية للمتضررين من التصحر ، وعدم دمج برامج مكافحة التصحر فى خطط التنمية الوطنية ، ونقص القدرات العلمية والتكنولوجية ، والزيادة فى عدد السكان والضغط على الموارد البيئية بدرجة كبيرة .

اختلاف الموارد الطبيعية ، أو تطوير المناطق الحضرية دون سواها قد يؤدى إلى ازدياد عملية التصحر نتيجة لهجرة السكان من المناطق الفقيرة إلى المناطق المتطوره ، ويجب النظر للدور الكبير الذى تلعبه العوامل الاقتصادية والاجتماعية والسياسية فى عملية التصحر ، ولذا يجب أن تعمل كل دولة على دراسة وتحليل وتقدير التباين لهذه العوامل بهدف إضعاف حدتها . ويكون ذلك باتباع الآتى :

١ - القيام بتحسين مستوى المعيشة للإنسان فى المناطق الجافة بتهيئة فرص بديله للدخل ، تحقيقا للاستقرار السكانى .

٢ - اتاحة الخدمات الاجتماعية والثقافية على غرار ما يتوفر منها فى المجتمعات الحضرية ، بهدف الحد من معدلات ما تفقده المناطق الجافة وشبه الجافة من عمالة الشباب والذين يشكلون غالبية الأيدى العاملة فى الزراعة .

٣ - تطوير واستخدام طرق زراعية ورعوية مناسبة مقبوله اجتماعيا وبيئيا ومجدية اقتصاديا ، ومتوافقه مع النظم الجديدة لاستخدام الأرض .

٤ - تنمية وصيانة الموارد المائية .

٥ - القيام بدراسات لاستخدام الطاقة الشمسية وطاقة الرياح للاستخدامات المنزلية والزراعية .

٦ - توفير مخزون من الغذاء والأعلاف والمراعى والوقود لمواجهة أخطار كوارث الجفاف .

٧ - انشاء وتنسيق وتدعيم المؤسسات العلمية الوطنية التى تهتم بمشكلة التصحر .

٨ - تضمين مناهج التعليم فى المدارس والجامعات المعلومات الكافية عن مشكلة التصحر وأسبابها وطرق مكافحتها .

٩ - اعداد خطط عمل وطنية لوقف التصحر .

١٠- تحقيق التكامل بين مشاريع مكافحة التصحر ومخططات التنمية .

١١- ضبط الاستخدام الرعوى ، وتطوير إدارة المرعى ، وتنظيم حركة الرعاه داخل أرض المرعى زمانيا ومكانيا .

١٢- توطين البدو مع إنشاء بنيات أساسية للاتصالات ومرافق كافية للمعالجة والتسويق ، وإقامة دورات تدريبية لهم لكيفية الاستخدام الأمثل لأراضيهم ومراعيهم .

١٣- تنظيم عملية قطع الأشجار والشجيرات واستزراع الجديد منها .

١٤- تثبيت الكثبان الرملية وتعريف مواطنى المناطق الجافة وشبه الجافة بالطرق المختلفة لتثبيت هذه الكثبان وأهمية ذلك .

١٥- التعاون الدولى بصدق وإخلاص لمكافحة التصحر دون النظر للاختلافات السياسية أو الاتجاهات القومية . فأسباب التصحر يمكن أن تمتد لجميع دول العالم وكما يؤكد " **ريدولف مولفاير** " الباحث بمعهد أبحاث السلام فى النرويج إن عام ٢٠٢٥ سيشهد ما يزيد عن ٤٠٠ مليون لاجئ يهربون نتيجة زحف الصحراء والجفاف .

*** الغزو العراقى والتصحر**

قام الجيش العراقى الغازى أثناء اندحاره من الكويت بجريمه كبرى هى تدمير معظم الآبار الكويتيه النفطية وتسريب النفط الخام فى الأراضى مما تسبب عنه تكوين ١١٠ بحيره نفطية انتشرت فى صحراء الكويت ، وتتراوح مساحة البحيرات النفطية بين ١٠٠ - ٥٠٠ متر٢ وبعمق يتراوح بين ١٠ - ٢٥٠سم ، وبذلك تعرضت صحراء الكويت والغطاء النباتى إلى تدهور شديد من جراء ذلك .

كما كان القصف الجوى والمدفعى وإلقاء القنابل وتفجير الألغام ، كذلك زرع حقول الألغام على الحدود بين الكويت والسعودية وعلى الساحل الكويتى وجوانب الطرق ، وفى حقول البترول وغير ذلك ، وخروج المركبات والمدرعات عن الطرق والسير المستمر فى الصحراء وعلى الساحل ، وترسب المواد الهيدروكربونية والمعدنية التى احتوتها السحب المتكونه عن حرائق آبار النفط ، كل

ذلك ترسب فى التربة فعمل على تدهور قدرة الأرض واصبحت النباتات الصحراوية قليلة جداً .

ولاشك ان ماحدث للنباتات انعكس على حياة الحيوان البرى أو المستأنس ، فلم تجد المرعى المطلوب . وكان من الواضح أن تساقط السخام المستمر على سطح التربة تداخل مع حبيباتها فأفسدها وماتت النباتات ، وبكل تأكيد كان اشتعال النيران فى أى بئر بتروليه مدعاه لابادة كل أشكال الحياه فى المنطقة التى تحيط بالبئر المشتعل ، فلا نباتات ولا بذور يحتمل إنباتها ولا حيوانات أرضية صغيرة يمكن أن توجد ، كل ذلك عمل على تدهور الغطاء النباتى وانضغاط التربة وزيادة التصحر فى الكويت .

*** ازالة الغابات وتأثير ذلك على البيئة العالمية**

لقد كانت الغابات ضحية لتطور الانسان منذ بدء الخليقة ، وتخريب الانسان للطبيعة ازداد بازدياد الطلب على المادة التى يستخرجها ، أو كلما شكلت هذه المادة سلعة تجارية يمكن تصديرها للخارج ، وكان من جراء ذلك أن تعرضت الغابات الاستوائية للاستثمار غير الرشيد بدون تقدير الانسان للخسائر التى تنشأ عن ذلك ، إما نتيجة جهله لدور هذه الغابات فى حياته (مخزن للطاقة الشمسية - مصدر للأكسجين الذى يتنفسه والدواء الذى يستعمله ... الخ) وإما نتيجة لجشعة فى الحصول على المال ... حقاً إن الانسان يدمر نفسه عن طريق تدميره لبيئته لاختياره أسهل الطرق لحل مشكلاته .

والغابات الاستوائية تكون حوالى ٧٪ من مساحة اليابسة ، كما تحتوى على أكثر من نصف أنواع الأحياء النباتية والحيوانية فى العالم . وبنظرة سريعة فيما يحدث حولنا فى العالم فسنجد أن أسباب تدمير الغابات هى كلها أسباب بشرية بدءاً من حرقها وانتهاءاً بتأثير الأمطار الحمضية عليها . وهناك مساحات شاسعة من الغابات أزيلت من أجل تحويلها إلى أراضى زراعية أو من أجل الحصول على الأخشاب . ومنذ الحرب العالمية الثانية يتم إزالة الغابات بطريقة عشوائية ، فقد أثبتت إحدى الدراسات أن حوالى ١١ مليون هكتار من هذه الغابات تزال سنويا ، ولو ظل هذا المعدل لاختفت الغابات الاستوائية خلال ٥٠ عاماً .

وتساعد حكومات بعض الدول النامية ، الغنية بهذه الغابات على إزالتها ، لأنها تنشد الحصول على النقد الأجنبى ببيعها أخشاب الأشجار ، كما أن الأهالى الذين يزداد عددهم زيادة هائله يحتاجون أراضى الغابات لتحويلها إلى أراضى زراعية لانتاج محاصيل غذائية تفى بمتطلبات أعدادهم المتزايدة ، كما أنهم يحتاجون أخشابها لطهى طعامهم ، وبعد عدة سنوات تصبح هذه الأراضى غير منتجه نتيجة إجهادها بالزراعة وتقل المحاصيل تدريجيا ولاتعود الأشجار للنمو .

ويقول " **روبرت ربتو** " الباحث بمعهد موارد العالم فى تقرير صدر عام ١٩٨٨ : أن نظم الضرائب والتجاره وقوانين حيازة الأرض ، وبرامج إعادة

الاستيطان الزراعى ، وادارة منح الشركات امتيازات استخراج الاخشاب أسهمت بنصيب كبير فى ازالة الغابات .



شكل (٤٠) ازالة الغابات يهدد مستقبل العالم

*** أهمية وجود الغابات**

١ - وجود الغابات يعمل على حماية التربة من الأمطار والرياح التى تعمل على جرف التربة ، والجزء الذى يتم جرفه هو أخصب طبقات التربة (الطبقة السطحية) لاحتوائه على العناصر الغذائيه اللازمه لنمو النباتات .

٢ - تعمل الغابات على اتزان دورة الماء فى الطبيعة (الدورة الهيدرولوجية) والذى تدفع به ثانية إلى الجو عن طريق عملية النتح التى تقوم بها الاشجار أو التبخير من التربة ، وبالتالى تتكون السحب وتنزل مطراً . فالنباتات تمتص الماء العذب وتدفع بأغلبه إلى الهواء فى عملية النتح وكمية الماء التى تنتحها النباتات عالية جداً ، فقد قدر العلماء أن شجرة واحدة من أشجار الغابات الإستوائية إذا عاشت مائة عام فإنها تدفع للهواء بكمية من الماء قدرها ٢,٥ مليون جالون خلال عملية النتح التى تقوم بها ، وبذلك تضاف هذه الرطوبة إلى السحب لتسقط مطراً . وازالة الغابات تضعف إعادة دورة الماء وتؤدى إلى قلة تكون السحب وبالتالى تقل كمية الأمطار ، فتصاب هذه المناطق بالجفاف ثم التصحر .

٣ - الغطاء النباتى فى الغابات يمتص الطاقة التى تنعكس ثانية إلى الجو لو كانت الأرض جرداء (ظاهرة الالبيدو) إذ يؤدى قلة الغطاء النباتى وتعرية التربة إلى زيادة ظاهرة الألبيدو* التى تزداد مع زيادة السطوح المعراه وقلة الغطاء

---

* ظاهرة الألبيدو : هى درجة ارتداد الموجات الحرارية السمشية نحو الفضاء الخارجى .

النباتى ، وتقل على السطوح التى تغطيها النباتات . فوجود النباتات يؤثر على الظروف المناخيه .

٤ - تأخذ النباتات غاز ثانى أكسيد الكربون من الجو اثناء نموها وينطلق غاز الاكسجين (أثناء عملية البناء الضوئى) وحيث أن ما يقطع من الاشجار يفوق ما يزرع على النطاق العالمى ، فنسبة ثانى أكسيد الكربون تزيد فى الجو وبالتالى تقل نسبة الاكسجين ويعمل ذلك على زيادة معدل درجات حرارة الجو العالمى (الظاهرة الصوبية) وكما علمنا سابقا أن انبعاثات غاز ثانى اكسيد الكربون السنوية من إزالة الغابات تعادل ٢٠٪ من نسبة ثانى أكسيد الكربون الكلية على مستوى العالم .

٥ - تدمير الأنواع النباتية والحيوانية ، فالحضاره البشرية اعتمدت على التنوع الطبيعى للكائنات الحية ، واستغل الانسان خلال تاريخه الطويل حوالى ٧٠٠٠ نوع من الغذاء ، كما تم التعرف على حوالى ١,٤ مليون نوع وتسميتها ، ولكن هناك الملايين من الأنواع التى لم يتم معرفتها وإزالة الغابات وفقد المواطن الطبيعية للأحياء سيجعل العالم يفقد الكثير من هذه الأنواع قبل معرفتها ويقدر العلماء بأن حوالى ٢٠٪ من الأنواع ستكون قد انقرضت بحلول عام ٢٠٠٠ بسبب إزالة الغابات المدارية . ويقول **إدوارد أ. ولسن** عالم الأحياء بجامعة هارفارد أن معدل فقد الأنواع نتيجة إزالة الغابات يبلغ حوالى ١٠,٠٠٠ مثل معدل الانقراض الطبيعى الحدوث الذى وجد منذ ظهور الانسان حتى الآن . كما أن الغابات مصدر لكثير من الأنواع التى تستخدم للحصول على الدواء ، وبدائل البترول ، وأصول

النباتات من خضراوات ومحاصيل وفواكه ، فكل أصول ما نعرفه من نباتات نشأت أصلا فى الغابات .

٦ – تعرية التربة من الأشجار يجعلها تحت التأثير المباشر للأمطار الحمضية التى تعمل على تفكيك محتويات التربة وتحلل عناصرها وفقدها لقدرتها على الإنتاج .

٧ – فقد المواد العضوية الهائلة الناتجة عن الأشجار (الاوراق والفروع المتساقطة) ، فإزالة الغابات يجعل التربة معرضه لأشعة الشمس وتصبح فقيرة فى السماد العضوى اللازم لنمو النباتات مما ينتج عنه اختفاء الغطاء النباتى .

٨ – موت الأحياء الحيوانية وحدوث تدهور فى الحياة الحيوانية برية النشأه والتى تعتمد فى وجودها على أشجار الغابات كمأوى تلجأ إليه وكمصدر للغذاء ، ففى دارسة على ١٩ شجرة من أشجار غابات بنما وجد أن ٨٠٪ من الخنافس التى وجدت كانت جديدة على العلم ، يعنى ذلك أن قطع شجرة واحدة لا يؤثر فقط على نوع هذه الأشجار التى تقطع ولكن يؤثر على الكائنات التى تعتمد على هذه الأشجار سواء كانت أنواعاً نباتية أو حيوانية .

* التنوع البيولوجى ... والبيئة *

حذر الرسول صلى الله عليه وسلم من قطع الأشجار أثناء الغزوات ، وقال : من قطع سدره صوبت رأسه إلى النار . كما أحل ديننا الاسلامى الحنيف ذبح بعض الحيوانات ليقتات عليها الإنسان ، ولكنه أمرنا بعدم تجويعها أو تعريضها للتعذيب وإلا اعتبر ذلك إثما . أى أن الدين الاسلامى أمرنا بالمحافظة على الأنواع . لعل الدرس الإلهى الأول للبشرية للمحافظة على التنوع البيولوجى هو ما أمر الله به رسوله نوح عليه السلام بأن يأخذ فى سفينته من كل زوجين إثنين ، حتى لايكون الطوفان سببا فى انقراض هذه الكائنات ، مع أن الله سبحانه وتعالى قادر على خلق هذه الكائنات من جديد ، ولكنه درس للإنسان للمحافظة على الكائنات ، ولذا يسمى كثيرا من العلماء الحفاظ على التنوع الحيوى بمبدأ نوح .

فالمنظور الإسلامى للتنوع البيولوجي ينطلق من مبدأ استخلاف الله للإنسان فى الأرض التى ليست ملكا للبشر بمعنى الملكية التى تتيح للإنسان أن يخرب ما يشاء ، ولا يمكن أن يحقق الإنسان أهم هدف لوجوده بعد عبادة الله إلا بالحفاظ على التنوع الحيوى . فاعمار الأرض لا يتأتى إلا باستغلال مواردها الاستغال الذى يحافظ على كيان البيئة ويجعل ما يريده من تنمية للموارد تنمية مستدامة . لذا فإن أية أفعال تعمل على نقص الأنواع والتباين البيولوجى تعنى

---

* اعتمدنا فى إعداد هذا الموضوع على محاضرات وكتابات الدكتور كمال الدين حسن البتانونى رئيس قسم النبات بكلية العلوم بجامعة القاهرة عن التنوع البيولوجي .

إفساد الأرض ، وتقليل كفاءة ما أودعه اللـه فيها من مخلوقات وإنقاص لفرص الحياة الطبيعية فى الأرض .

وقد تعرف الإنسان عبر عصور وجوده على الأرض على كثير من الكائنات الحية النباتية والحيوانية ، ولكن العلماء لا يعرفون حتى الآن عدد الأنواع من الكائنات الحية التى تعيش على هذا الكوكب ، فالمشكلة الكبرى التى تواجه الإنسان أن الكثير من هذه الأنواع تنقرض قبل أن يتعرف عليها . فالتنوع هو العلامة المميزة للحياة على هذه الأرض ، وهو السر فى استمرارية الحياة كما أراد الله لها أن تكون ، فلكل نوع دوره الذى يساعد على إحداث التوزان المطلوب بين هذه الكائنات وبين البيئة من جهة ، وبينها وبين بعضها من جهة أخرى . فالعدد الكبير من الأنواع يشير إلى التغير والاختلاف والتباين فى جميع الكائنات الحية التى تعيش فى المحيط الحيوى .

ما هو التنوع البيولوجى ؟

يستطيع الانسان أن يميز بين كثير من الأنواع النباتية والحيوانية ، ولكن لا يمكن لكل إنسان أن يفرق بين الأنواع الدقيقة ، فالتنوع فى الناسلات (الجينات وهى التى تحمل الصفات الوراثية فى نواة الخلية) ينتج عنه اختلاف السلالات فى النوع الواحد كما نشاهد مثلا فى الأرز ، وكلنا فى الكويت نعتمد عليه فى الغذاء فهذا نوع حبته طويلة ، وتلك مستديره ، وثالثه تتميز برائحه عطرية ، ورابعة تحتاج إلى كمية أكبر من الماء عند نضجها .. الخ . فذلك نوع من التباين البيولوجى على

مستوى الناسلات فى النوع الواحد فالكائن الحى يتكون من ملايين الخلايا التى تضم ملايين الناسلات التى يؤثر كل منها فى صفة تتوارثها الأجيال المتعاقبة من طول أو وزن أو معدل نمو أو مقاومه لمرض ... الخ .

وتوجد فى المحيط الحيوى بيئات عديدة متنوعه ، وكل بيئة أو نظام بيئى يتميز عن الآخر بظروف مختلفة ، وكل تغيير أو تعديل فى هذه الظروف يتبعه تغير فى أنواع الكائنات التى تعيش فيه ، فالتنوع البيولوجى لذلك ليس مقصورا على تعدد الأنواع فقط ولكنه يشمل التنوع بين أفراد النوع الواحد أو السلالة الواحدة كما ذكرنا فى حالة الأرز . فلكل نوع صفات وراثية خاصة به ، والتهجين بين هذه السلالات يعطى سلالات جديدة . وهذا أيضا واضح فى سلالات الدجاج ، فهناك بعض الأنواع تتميز بكثرة البيض ، وأنواع أخرى تتميز بكثرة اللحم ، ويمكن التهجين بين النوعين للحصول على نوع يتميز بكثرة البيض واللحم معاً ... وهكذا .

وتعتبر الغابات الاستوائية أغنى مناطق العالم بالتنوع البيولوجى رغم أنها لاتمثل سوى ٧٪ فقط من مساحة اليابسة ولكنها تحتوى على اكثر من نصف الأنواع التى توجد فى العالم .

ولكن ماذا عرف الإنسان عن الكائنات الحية حتى الآن ؟

لا يعرف الانسان أكثر من ١,٤ مليون نوعاً من أنواع الكائنات الحية حتى الآن ، منها حوالى ٨٧٥ ألف نوع من الحشرات ، أما بقية الأنواع فهى تضم

الفقاريات واللافقاريات والنباتات والكائنات الدقيقة الأخرى وجدول رقم (١٠) يوضح عدد الانواع المعروفة من المجموعات البيولوجية المختلفة ، تمثل منها الحشرات النسبة الغالبة . ويرى العلماء أنه قبل وجود الإنسان على الارض كان اختفاء نوع واحد من أنواع الكائنات الحية أمر يحدث كل ألف عام ، ولذلك كان ظهور أنواع جديدة يحدث بمعدل اسرع من اختفائها ، ولكن بعد وجود الانسان بدأت النشاطات البشرية تزيد ، وظهرت الزراعة وأزيلت مناطق كثيرة من الغابات وتناقص عدد الأنواع النباتية ، وبالتالى الحيوانية التى تعتمد عليها ، وتسارع معدل اختفاء وانقراض عدد الأنواع ، وأصبح معدل ظهور الأنواع الجديدة أقل بكثير من معدلات انقراض الأنواع واختفائها عكس ما كان عليه قبل ظهور الانسان الذى استطاع بأنشطته المدمره للبيئة من صيد وقنص وقطع وتحوير للبيئات ... كل ذلك تسبب فى اختفاء وانقراض كثير من الأنواع الحيه . وحتى الآن لا يوجد تقدير دقيق لعدد الأنواع التى انقرضت .

ونشر فى تقرير صدر عام ١٩٨٤ ، أنه منذ بداية القرن العشرين نفقد كل يوم نوعاً من الأنواع الحية ، وسيترواح عدد الأنواع المفقوده فى عام ٢٠٠٠م إلى ما بين ١٥ - ٥٠ ألف نوعاً أى حوالى ٤٠ - ١٤٠ نوعا كل يوم ، وبذلك سيفقد العالم خلال الثلاثين سنة القادمة ما يوازى ربع الأنواع الموجودة فيه . ومن المعروف أن النوع الذى يفقد لا يعود إلى الحياة أبداً وعلاوه على ذلك فإن هناك كثير من الأنواع مهدده بالانقراض ، كما أن الأنواع النادرة أكثر تعرضا للفقد والضياع ، واختفاء نبات واحد يتبعه انقراض أنواع نباتية وحيوانية تعتمد عليه وقد

قدرت الدراسات العلمية أن انقراض نوع نباتى واحد يتبعه انقراض حوالى ٣٠ نوعاً من الحيوانات .

* التنوع البيولوجى ... والطب

لا يستطيع إنسان إنكار فضل النباتات والاعشاب فى علاج الأمراض . فقد قدر أن أكثر من ٤٠٪ من الأدوية التى تباع فى الدول المتقدمة مستخلصه من أنواع نباتية برية . كما يقدر بأن أكثر من ٨٠٪ من سكان البلاد الفقيرة يعتمدون على الأعشاب والنباتات الطبية وكذلك على منتوجات حيوانية فى العلاج . ويذكر العلماء أن هناك حوالى ٢٠٠,٠٠٠ نوعاً نباتيا تستخدم فى العلاج على مستوى العالم ، كما أن الوطن العربى يستخدم وبشكل واسع الكثير من العقاقير الطبية ذات الأصل النباتى أو الحيوانى ، حتى العالم الغربى بدأ الآن فى العودة إلى الأدوية ذاتها نظراً لما وجده من آثار سيئة نتيجة استخدامه الأدوية المصنعه كيميائيا وما تسببه من أمراض لاعلاج لها .

والإنسان منذ القدم كان يتبع نفس الطريقة ، فقد عرف طريق التداوى بالاعشاب والنباتات المختلفة عندما لاحظ سلوك ما حوله من طيور وحيوانات تجاه بعض النباتات . ويذكر التاريخ القديم المحاولات الجادة لتجميع هذه المعلومات التى تراكمت عن الأعشاب والنباتات الطبية وطرق التداوى بها ، وذلك فى الحضارات المصرية والآشورية والصينية القديمة .

وقد كان للعلماء المسلمين فضل كبير فى زيادة المعرفة بالنباتات الطبية وطرق التداوى بالأعشاب من أمثال **جابر بن حيان والرازى وابن سينا وداود الإنطاكى** . كذلك استعملت بعض الحيوانات فى الطب مثل حيوان السقنقور وبعض السلاحف والقواقع وسمك القرش وغيرها . ولكن استخدام مثل هذه الكائنات (نباتية وحيوانية) مصدراً للدواء يؤدى إلى تهديدها بالانقراض لدرجة أن اصبح بعضها نادراً ، ولذلك يعد الحفاظ على هذه الأنواع سواء منها النباتى أم الحيوانى أمراً فى غاية الأهمية .

المجموعة البيولوجية	عدد الأنواع المعروفة	التقدير لعدد الأنواع المتوقع
الحشرات والمفصليات الأخرى	٨٧٤١٦١	٣٠ مليون نوع من الحشرات وقدر هذا الرقم من دراسة فى الغابات الاستوائية فى بنما .
النباتات الراقية	٢٤٨٤٠٠	تتراوح التقديرات بين ٢٧٥٠٠٠ إلى ٤٠٠٠٠٠ ، ويعتقد أنه ١٠ - ١٥٪ على الأقل من الأنواع النباتية لم يكتشف حتى الآن
اللافقاريات " عدا المفصليات "	١١٦٨٧٣	اللافقاريات الحقيقية قد تعد بالملايين والنيماتودا والديدان الثعبانية والمستديرة قد يصل كل منها إلى مليون نوع .
النباتات غير الراقية	٧٣٩٠٠	التقديرات غير متاحة .
الكائنات الدقيقة	٣٦٠٠٠	التقديرات غير متاحة .
الأسماك	١٩٠٠٦	٢١٠٠٠ بافتراض أن ١٠٪ من الأسماك غير معروف وقد يضيف نهر الأمازون والأرينوكو حوالي ٢٠٠٠ نوعاً اضافية.
الطيور	٩٠٤٠	تمثل الأنواع المعروفة حوالي ٩٨٪ من كل الطيور .
الزواحف والبرمائيات	٨٩٦٢	الأنواع المعروفة من الزواحف والبرمائيات والثدييات قد يصل إلى ٩٥٪ من كل الأنواع
الثدييات	٤٠٠٠	كل الأنواع معروفة .
المجموع	١٣١٠٩٩٢	يعد رقم ١٠ مليون رقما متحفظا ، أما إذا اعتبر الرقم بالنسبة للحشرات صحيحا فقد تصل الأرقام إلى ٣٠ مليون أو أكثر .

جدول (١٠) عدد الانواع المعروفة والمتوقع وجودها فى المجموعات البيولوجية *

* الجدول من : ١٩٩٥ Global Ecology Hand Book , Beacon Press , Boston .

وهناك العديد من العقاقير المستخدمة والتى أمكن الحصول عليها من نباتات برية مثل **الديجيتوكسيد والديجوكسيد** اللذان يستخلصان من نبات **الديجيتالس** ويستعملان فى علاج بعض أمراض القلب . وهناك مادتان هما **الفنكريستين والقنبلاستيد** يستخرجان من نبات **الونكا** ويستعملان فى علاج مرض اللوكيميا وبعض الامراض السرطانية الأخرى كذلك حبوب منع الحمل التى تستخرج من مادة **الديوسجتين** من أحد نباتات المكسيك . وكلنا نعرف **البنسلين** وغيره من المضادات الحيوية وهى نتاج لأنواع من الكائنات الدقيقة ، **والسيكلوسبورين والجليوتوكسين** وهى من الأدوية التى تستخدم فى جراحات زراعة الاعضاء لمنع طرد الاعضاء الجديدة فى الجسم . كذلك **الأفيون** ومشتقاته **والكينين** والزيوت العطرية ، كل هذه تستخرج من النباتات الطبية .

ولا شك أن المحيط الحيوى تعيش فيه آلاف الأنواع من النباتات والحيوانات التى لم تعرف فوائدها حتى الآن وانقراضها يعتبر ضياع لغرض عديدة فى علاج أمراض كثيرة لم يكتشف لها دواء فعال حتى الآن . والتنوع البيولوجى يمثل المخزن لهذه الأنواع .

* التنوع البيولوجى ... والغذاء

إن المحافظة على الأنواع تمكن النظم البيئية من الاستمرار فى العطاء لحفظ التوازن من جهة ولسد احتياجات الانسان من جهة أخرى . إذا فالتنوع البيولجى له قيمة اقتصادية للإنسان ويتضح ذلك فى مجالات عديدة اهمها الزراعة والصناعة ،

فكثيرا من الأنواع الحية تفى بمتطلبات الإنسان من غـذاء وكساء ووقـود ودواء .. ألخ . كذلك تساعد على صون التربة وتحسين خصائصها ، وتثبيت المناخ وحماية مناطق توزيع المياه . فالكائنـات الحيـة مـن نباتـات وحيوانـات هـى مصـدر الغـذاء للانسـان ، وقد أمدتنـا الطبيعـة بمصادر وراثيـة غير محدودة مـن بلايـين التباينـات الوراثية ، فلو نظرنا إلى الغذاء الكربوهيدراتـى الـذى نتناولـه مثـل القمـح والـذرة ، نراها كانت من نباتات برية ، ولكن الانسان استخدمها فى غذائه ، وهنـاك الكثير من الأنواع البرية القريبة منها ستظل مخزناً عظيما للصفـات الوراثيـة لتحسـين هـذه المحاصيل واستنباط سلالات جديدة مقاومة للآفات أو المتغيرات البيئية . فمثلا أدت التحسينات التى أدخلت علـى الأرز كمـا أوردنـا سـابقا إلى الحصـول علـى أنـواع عديده منه ، كما أنه قد اكتشف نوع من القمح فى تركيـا لم يكـن يستخدم قبـل ذلك ، ولكنه استخدم فى انتاج أصناف جديده من القمح بالتهجين مـع الأصنـاف المعروفه لانتاج أصناف جديدة مقاومـة للأمـراض . وأمكـن تهجـين الطمـاطم مـع سلالة برية منها فى **بيرو** بأمريكا الجنوبية ، والحصول على نوع جديد من الطماطم المقاومة لفطرة **الفيوزاريم** ، وقد أثر ذلك بالطبع فـى زيـادة محصـول الطمـاطم فـى العالم زيادة ملحوظة ، كما أمكن استخدام أنواع بريـة أخـرى مـن الحصـول علـى طمـاطم ذات محتوى أكثر من السكر لرفـع قيمتهـا الغذائيـة . والأمثلـه علـى ذلـك كثيرة ، فعلماء النبات يحسنون المحـاصيل والخضـراوات والفاكهـة وراثيـا ليجعلوهـا أكثر مقاومة للآفات عن طريق المادة الوراثية الموجودة فى النباتـات البريـة القريبـة . وقد وجد العلماء أنه رغم استخدام التقنيـات الحديثـة فـى التحسـين فـإن الجينـات

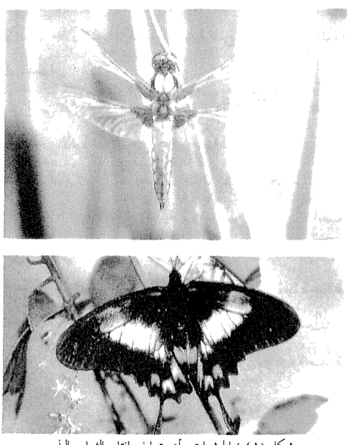
اللازمة لتحسين السلالات لابد أن تؤخذ من نباتات وسلالات برية مختلفة ، أى من الكائنات الحية ، وليس بصنع طفرات عن طريق المواد المشعة كما كان يحدث أحيانا . كذلك فى تربية الحيوانات ، فإن المحافظة على تنوع الأنواع البرية يفيد كثيرا فى المستقبل كمصدر للغذاء خاصة أن بعض الحيوانات الموجودة فى إفريقيا مثلا مقاومة للأمراض أكثر من الماشية المعروفه لدينا كالجاموس والأغنام والطيور وتحتاج إلى كمية أقل من الماء وبالتهجين بينها وبين الأنواع المعروفه لدينا يمكن الحصول على سلالات تحمل الصفات المطلوبة .

*** التنوع البيولوجى ... والاقتصاد**

كثيرا من المنتوجات التى يستخدمها الإنسان فى حياته اليومية جاءت من نباتات وحيوانات برية فالأخشاب من أشجار الغابات ، وهى تعتبر الأساس فى صناعة الورق والفحم النباتى الذى يستخدم كمصدر للطاقة . والمطاط الطبيعى يستخرج من النباتات وهو ذو خواص أكثر جودة من المطاط الصناعى ، والألياف النباتية والصوف الحيوانى كلها تستخدم فى صنع الملابس ، وصناعة العاج والجلد والفراء ... كل ذلك يوضح دور الأنواع البرية فى إمداد الصناعة بموارد عديدة لا قبل للطبيعة بالوفاء بها فى ظل الاستنزاف الشديد لهذه الموارد .

ولعل أحد أهم فوائد التنوع البيولوجى هو وجود الكائنات الحية الدقيقة التى تلعب دوراً مهما فى خصوبة التربة الزراعية وتحويل النيتروجين والفوسفور والكبريت إلى صور قابلة للامتصاص بواسطة النباتات الراقية . ولو لم توجد

الكائنات الدقيقة التى أعطاها الله قدرة كبيرة على إنتاج الخمائر (الأنزيمات) لبقيت الأجزاء الميتة كما هى دون تحلل ، ولنضبت الموارد اللازمة لتغذية النبات وبالتالى تغذية الحيوانات والإنسان ولتوقفت مسيرة الحياة . كذلك فالتنوع البيولوجى تمثل فى هذه الكائنات التى تعمل على إتمام عمليات الدورات للمواد فى المحيط الحيوى . كما تقوم الحشرات أيضا بعملية التلقيح الذى بدونه لا نحصل على البذور أو الثمار ، ويؤدى ذلك إلى نقص وتدهور فى الإنتاج الزراعى . كما تقوم كثيرا من الحيوانات البرية بدور فعال فى انتقال البذور .



شكل (٤١) الحشرات وأهميتها فى انتاج الثمار والبذور

وكان التدهور فى الأنوع أكثر فى العقود الأخيرة من هذا القرن مما يدل على سوء إدارة الإنسان للموارد الطبيعية .

ولكن ما هى أسباب تدهور التنوع البيولوجى على مستوى العالم ؟

هناك العديد من أسباب هذا التدهور أهمها ما يلى :

١ - تصرفات الانسان غير الرشيدة التى تتمثل فى القضاء على أنواع كثيرة نباتيه وحيوانية دون التفكير فى المستقبل .

٢ - يعمل الإنسان خلال تنميته للموارد البيئية على القضاء على أنواع كثيرة من الكائنات الحية .

٣ - احلال الأراضى الزراعية محل الغابات ، والذى تسبب عنه فقد التنوع البيولوجى بين الأنواع وتعرض الكثير منها للانقراض .

٤ - نتيجة للنشاط البشرى فى الصحراء ، فإن التربة تنجرف وتتغير البيئة مما يؤدى لفقد عدد من الأنواع النباتية . وقد يظن البعض أن الصحراء فقيرة فى التنوع البيولوجى ، وهذا اعتقاد خاطئ ، فالبيئة الصحراوية بها أنواع نباتيه وحيوانية لا تعيش إلا فى هذه البيئة ، وهى قليلة إذا قيست ببيئة الغابات مثلا ، وهذا يعنى أن نقص وانقراض نوع واحد من كائنات الصحراء يكون أثره واضحاً أكثر من انقراض نوع واحد فى الغابات الاستوائية .

٥ – اقامة المنشآت على الشواطئ وردم أجزاء من البحار ، ورمى المخلفات الصناعية والمنزلية على السواحل والتلوث بالنفط ، كل هذه عمليات تؤثر على الأنواع النباتية والحيوانية خاصة الكائنات الدقيقة .

٦ – امتداد المدن يؤدى إلى تدهور التنوع البيولوجى .

٧ – الصيد الجائر ، فقد أفرط الإنسان فى صيد العديد من الحيوانات من أجل لحومها أو فرائها أو غطائها أو قرونها ، كذلك صيد الحيوانات البحرية كالحوت . مثل هذا العمل أدى إلى انقراض العديد من الأنواع الحيوانية .

٨ – كان الاستعمار سبباً فى التدهور البيولوجى خاصة فى دول العالم النامى حيث استنزف المستعمر الموارد الطبيعية بدرجة أدت إلى ندرة بعض الأنواع وانقراض البعض الآخر خاصة الأخشاب والتوابل ونباتات العطور ، وليس ببعيد عن الأذهان رحلات الصيد للحصول على العاج وتجاره جلود الحيوانات وفراؤها

وينبغى علينا جميعا سواء فى البيئة المحلية أو على نطاق الدولة ، وعلى المستوى الخليجى والعربى والدولى أن نتكاتف فى سبيل صون وحماية التنوع البيولوجي ، مع أخذ برامج التنمية فى الاعتبار حتى لا يكون هناك تضاربا بينهما .

وقد ناقش مؤتمر قمه الأرض فى ريودى جانيرو عام ١٩٩٢ قضية الحفاظ على التنوع البيولوجى ، ولقى هذا الموضوع اهتماما بالغا فيما تبعه من ندوات ومؤتمرات . وقام مركز الموارد العالمية والاتحاد الدولى للمحافظة على الطبيعة

والموارد الطبيعية وكذلك برنامج الأمم المتحدة للبيئة بنشر استراتيجية المحافظة على التنوع البيولوجي العالمي في عام ١٩٩٢ .




شكل (٤٢) الفيل ووحيد القرن من الحيوانات المهدده بالانقراض

وتتضمن هذه الاستراتيجية ما يلي :

١ - انشاء هيكل لسياسة وطنيه للحفاظ على التنوع البيولوجي والعمل على تخفيض الطلب على الموارد البيولوجية ..

٢ - إقامة سياسات بيئية عالمية تساعد الاتجاهات الوطنية لصون وحماية التنوع البيولوجى وزيادة الموارد المالية اللازمة للمحافظة عليه .

٣ - تهيئة الظروف وتقديم الحوافز التى تساعد على حماية التنوع البيولوجى .

٤ - تشجيع المناطق المحمية ودعم دورها فى صون التنوع البيولوجى وتطوير إدارة المحميات الطبيعية .

٥ - صون الأنواع والتباين الوراثى فى بيئاتها الطبيعية وتعليم الجماهير سبل ذلك

٦ - زيادة القدرات البشرية لحماية التنوع البيولوجى وزيادة الوعى بقيم ذلك لدى المواطنين ، ومساعدة المؤسسات على نشر المعرفه والمعلومات عن ذلك .

٧ - التكامل بين البيئة والتنمية وذلك بأخذ المسائل البيئية فى الاعتبار عند تنفيذ برامج التنمية .

وتعتبر المحميات البيئية من أهم وسائل الحفاظ على التنوع البيولوجى ، فرغم الازدياد فى عدد ومساحة المناطق المحمية التى وصل عددها إلى حوالى ٣٥٠٠ منطقة محمية تشغل مساحة قدرها حوالى ٤٢٥ مليون هكتاراً ، إلا أن ذلك لا يشغل اكثر من ٣٪ من مساحة اليابسة . وهناك نقصاً فى المناطق المحمية فى الغابات الاستوائية ، كما أن هناك أيضا حاجة ملحه لزيادة عددها ومساحاتها ولعل ما نشاهده من المناطق المحمية فى المملكة العربية السعودية ومصر والكويت وعُمان وسوريا لتعتبر نموذجاً رائعا يجب أن يعمم ، والأهم من ذلك أنه لا يجب النظر إليها على أنها

مناطق للمتعه أو الترويح لمحبى الطبيعة ، ولكن ينبغى أن ينظر إليها على انها تؤدى دوراً ومصدراً لمتطلبات البشر فى هذه المناطق ، حيث الضغط على الموارد أصبح أمراً خطيراً . وينبغى أن يلازم إنشاء أى محمية إصدار تشريعات وقوانين رادعه ، والعمل على توعية المواطنين بكيفية المحافظة على مثل هذه المحميات الطبيعية .



شكل (٤٣) احدى المحميات الطبيعية بالمملكة العربية السعودية

فتنمية الأرض وإعمارها لا يتحقق إلا بالحفاظ على استمرارية عطاء الموارد واستمرار بقاء الأنواع حتى تسير الحياة عبر الأجيال المتعاقبة . ولكن للأسف نجد إن التنوع البيولوجى قد أصبح مهدداً بالتدهور والانقراض . وذلك بسبب سوء ادارة الانسان للموارد والكائنات المسخرة له .

الفصل الثالث عشر

الغذاء والسكان .... والبيئة

﴿ ولا تفسدوا فى الأرض بعد إصلاحها ﴾
﴿ سوره الأعراف آية ٨٥ ﴾

مشكلة الغذاء تهدد العالم بأسره ، شرقه وغربه ، ولكن هل هناك بجرد بارقة أمل فى توفير الغذاء للملايين الجائعه، مع الانفجار السكانى الذى يهدد الحياة الكريمة على سطح الأرض.

اننا نشاهد على صفحات الجرائد وفى التلفاز صور الواقع المؤلم فى الصومال وفى مناطق كثيرة من العالم ، حيث تكون مأساة الموت جوعا أشد ما تكون وضوحاً خصوصا فى تلك البلاد. ومع ذلك فإن ما نراه ليس إلا صوره مصغره لما يعانيه ملايين البشر فى العالم . وتوجد علاقة وثيقه بين مشكلة زيادة عدد السكان ومشكلة توفير الغذاء، فهما مشكلتان متلازمتان . وبنظره سريعة على تعداد سكان العالم خلال عدة قرون ماضيه نرى الفرق الهائل فى أعداد البشر . فقد كان عدد سكان العالم عام ١٦٥٠ م حوإلى ٥٠٠ مليون تضاعف إلى بليون عام ١٨٥٠ م . ثم تضاعف مره أخرى إلى بليونين فى منتصف القرن

العشرين . ثم زاد خلال عشرين عاماً فقط ليصل إلى ثلاثه بلايين عام ١٩٧٠ ، والآن يصل إلى حوإلى ستة بلايين أى تضاعف خلال سنوات قليلة . فالبشر على سطح الكرة الأرضيه يزدادون ٩٣ مليون نسمة كل عام أى بمعدل ثلاثة مواليد كل ثانيه واحده ، معنى ذلك أن حوإلى ربع مليون نسمة تطأ أقدامهم الأرض كل يوم . ويلاحظ أن سكان الدول النامية (الفقيره) يتضاعفون كل ٢٥ سنه تقريبا بعكس معدل النمو السكانى فى الدول المتقدمة فانه بطئ جدا (٥ر.٪) مما يترتب عليه مضاعفة عدد السكان كل ١٥سنه تقريبا .

ولكن متى نشأ علم السكان ؟

يعتبر "**عبدالرحمن بن خلدون**" من أوائل الذين تحدثوا عن مشكلة السكان ، والعمران البشرى فى مفهومه أشبه ما يكون بعلم السكان اليوم ، وهو أول من ربط بين هذا العلم وبين علوم التاريخ والجغرافيا والمناخ والاقتصاد، وقد ذكر أن النمو البشرى من أقوى العوامل المؤثره على التاريخ ، وكان ذلك بداية لعلماء أوروبا فى الاهتمام بالسكان . وفى القرن التاسع عشر شهد العالم نشأه علم الديموغرافى الحديث (علم السكان) على يد العالم الانجليزى **مالثوس Mathus** الذى نشر عام ١٧٩٨ م كتابة الشهير عن المشكله السكانيه والفرنسى " **جليرد Guilord** " الذى عرف كلمه ديموغرافيا لأول مره عام ١٨٥٥ م .

ويرتبط توزيع السكان على الكرة الأرضية بعدة عوامل، منها عوامل طبيعية، ومنها عوامل تاريخية. فالمناطق القطبية أو الصحراوية ومنطقة خط الإستواء تكون قليلة السكان، أما المناطق المعتدله فهى أكثر سكانا . والنساء ينجبن فى المعدل خلال فترة حياتهن حوإلى سبعة أطفال فى البلاد النامية، بينما فى البلاد المتقدمه يكون المعدل طفلين فقط .

وقد انتشر اصطلاح " **الانفجار السكانى**" ليعبر عن زيادة أعداد البشر بمعدلات كبيرة نتيجة ارتفاع نسب النمو الطبيعى مع مرور الزمن . ومن أسبابه أيضا انخفاض نسبة الوفيات نتيجة تطور أساليب الوقايه من الأمراض والمحافظة على الصحة العامة ، بينما بقيت نسبة المواليد ثابته مما تسبب فى ارتفاع نسب النمو الطبيعى التى هى الفارق بين نسب الولادات ونسب الوفيات .

الزيادة فى عدد السكان = عدد المواليد – عدد الوفيات

وقبل الثورةالعلمية والصناعية ، كانت هناك عوامل كثيرة تحد من الزيادة السكانية ، منها الموارد الاقتصادية المحدوده وقلة معرفة الإنسان بطرق مقاومة الأمراض أو الوقايه منها ، مما جعل الأوبئة والمجاعات والحروب تهلك الكثير من البشر .

أما بعد الثورةالصناعية والعلمية فقد تبدل الحال ، وانقلبت الأوضاع البشرية والاجتماعية ، واكتشفت الأدويه التى حارب بها الإنسان الأوبئة

فقضى عليها ، وازداد الوعى الصحى مما قلل نسبة الوفيات ، وانتشرت الميكنه الزراعيه والصناعيه فزاد الإنتاج فى المجالين الزراعى والصناعى . كل ذلك أدى إلى ارتفاع معدل النمو السكانى على مستوى العالم . ولكن لوحظ انخفاض معدل الزيادة السكانيه فى بعض الدول الغربيه فى العقود الأخيرة من القرن العشرين ليقل معدل النمو السكانى مرة أخرى ، بل إن بعض الدول كالسويد ولكسمبرج وألمانيا شهدت نمواً سلبياً تراجعياً فاقت فيه معدلات الوفيات معدلات المواليد مما أدى إلى وجود صفر النمو* السكانى فى بعض البلاد ، وردة** أو تراجع سكانى فى بعضها الآخر . ولكن هذا الأمر إختلف كثيرا فى الدول الناميه التى شهدت زيادة سكانية هائلة وزيادة السكان تؤدى إلى اتساع فجوة نقص الغذاءفى العالم ، مما أصبح يهدد أكثر من بليون ونصف من سكان العالم بأمراض سوء التغذية (أمراض سوء التغذية ناتجه عن نقص العناصر الغذائيه فى الغذاء الذى يتناولونه حيث لاتتوافر كميات كافيه من عناصر الغذاء الرئيسيه مثل البروتين والفيتامينات والاملاح المعدنية) وذلك كله يؤدى إلى الإصابه بكثير من الأمراض الناتجة عن نقص المناعه والإعاقه فى النمو والتخلف العقلى .. الخ . وبنظره سريعه على ما صرفته دول العالم على التسلح ، نجد أنه فى عام ١٩٨٨ بلغ تريليون دولار أمريكى ، بمعدل ٢٠٠ دولار لكل فرد على سطح الأرض ، بينما فشلت هذه الدول فى تدبير ٥ دولارات لكل طفل لمواجهة نفقات القضاء على الأمراض التى تصيب الإنسان والتى تؤدى إلى موت حوالى ١٤ مليون نسمة سنويا (تقديرات عام ١٩٨٩) .

---

* صفر النمو السكانى هو تساوى معدلات المواليد مع معدلات الوفيات مما يؤدى إلى ثبات عدد السكان .

** الردة السكانية أن يزيد معدل الوفيات عن معدل المواليد مما يؤدى إلى تناقص فى عدد السكان .

ولعل سكان قارتى آسيا وإفريقيا هم أكثر سكان مناطق العالم معاناه لقلة الغـــذاء ، فاذا ما أضفنا سكان معظم مناطق أمريكا الجنوبيـه ، يصبـح أكـثر مـن ٦٠ ٪ من مجموع سكان العالم يعانون من سوء التغذيه ، وهى نفس المنـاطق التـى يزيد فيها معدل النمـو السـكانى بـأكثر مـن ضعـف الزيـادة السـكانيه فـى الـدول المتقدمه . وسوف تستمر الفجوه فى الاتساع بين أولئك الذين يملكون الغذاء وبين المحرومين منه ، ولذا وجب حـدوث تغيـيرات واسـعة والبحـث عـن أفكـار ثوريـه لزيـادة الانتـاج الزراعـى حتـى تستطيع الـدول الناميـه مسـايرة الزيـادة السـكانية المضطردة . ويبين جدول (١١) عدد الفقراء ونسبتهم فى الدول الناميه .

المنطقة	عدد الفقراء (بالمليون)			نسبتهم لمجموع السكان		
	١٩٨٥	١٩٩٠	٢٠٠٠	١٩٨٥	١٩٩٠	٢٠٠٠
جنوب الصحراء الافريقية	١٨٤	٢١٦	٣٠٤	٤٧,٦	٤٧,٨	٤٩,٧
الشرق الأوسط وشمال أفريقيا	٦٠	٧٣	٨٩	٣٠,٦	٣٣,١	٣٠,٦
شرق آسيا	١٨٢	١٦٩	٧٣	١٣,٢	١١,٣	٤,٢
جنوب آسيا	٥٣٢	٥٦٢	٥١١	٥١,٨	٤٩	٣٦,٩
أوربا الشرقية	٥	٥	٤	٧,١	٧,١	٥,٨
أمريكا الجنوبية	٨٧	١٠٨	١٢٦	٢٢,٤	٢٥,٥	٢٤,٩
جميع الدول النامية	١٠٥١	١١٣٣	١١٠٧	٣٠,٥	٢٩,٧	٢٤,١

جدول (١١) عدد الفقراء ونسبتهم فى الدول النامية (١٩٨٥ - ٢٠٠٠م)

---

* الجدول عن تقرير البنك الدولى عام ١٩٩٢ .

** المقصود بالفقراء هنا هو دخل الفرد السنوى الذى يقل عن ٣٧٠ دولاراً أمريكيا .

وقد قدر البنك الدولى ومنظمة الأغذية والزراعة **FAO** فـى عـام ١٩٨٩ ، أن عدد الذين يعيشون فى فقر مدقع يتراوح عددهم بـين ١,٢ بليون فـرد (ازداد هذا العدد الآن عن ذلك كثيرا) فى حين أن الدخل قد تضاعف فى الـدول الغنيـه ثلاثة أضعاف خلال الأربعين عاماً الماضيه ، فبينما يزداد الأغنياء ثراء يزداد الفقـراء فقراً ، إذ يعيش حوإلى ٥٪ من سكان العالم فى ثـراء فـاحش بينمـا يعيـش حـوإلى ٦٠٪ من سكان العالم فى درجة من درجات الفقر . ففى مصـر مثـلاً ، يسـتحوذ الأغنياء على عشرة أضعاف ما ينالـه الفقـراء ، ويـزداد هـذا المعـدل فـى كـل مـن المكسيك والبرازيل .

ونجد أنه مع زيادة عدد السكان تتدنى الأجور ، كمـا يتنـاحر الفقـراء مـع بعضهم على فرص العمل النـادرة وتقـل مـوارد الاسـتثمار ، ويرتفـع عـدد الأفـراد الذين يتحتم على العامل إعالتهم ، مما يرهق موارد البيئه ويحد من إنتاجها ، فـالفقر يؤدى إلى تدهور البيئة ، عندما تستنزف الشعوب الفقيرة مواردها الطبيعية مضحيـة بمستقبل الأجيـال القادمـة فـى سـبيل الحـاضر . إذن فـالتدهور البيئـى يعمـل علـى استمرار الفقر ، لأن النظم البيئيـة المتدهـوره تنتـج محـاصيل قليلـة لعـدد هـائل مـن السكان ، ولذلك فالعلاقة أزلية بين عدد السكان وكمية الغذاء .

ويقول بعض علماء البيئه : عندما يبدأ التدهور فإن النمو السكانى السـريع والتدهور البيئى يغذى كل منهما الأخر ، الأمر الـذى يـؤدى إلى احتمـال تصـدع اجتماعى ، والذى يتضح من ظهور مشكلات عديدة فـى البيئـة ناتجـه عـن نقـص

ملموس فى تفهم العلاقه بين النمو السكانى والصراع الاجتماعى. فالسكان الذين يزيدون بسرعة رهيبه فى الدول النامية يتنافسون على قاعدة مصادر ثابته أو آخذه فى النقصان ومتعرضة للتدهور .

ونجد أنه فى الدول النامية يتزايد عدد السكان بمعدلات فاقت كل تصور ، وأخذت مدن هذه الدول فى التضخم بشكل عشوائى نتيجه للهجرة من الريف إلى المدن . ومن المعروف أن أغلب هؤلاء يعجز عن الحصول على متطلباته الأساسية ، فيزداد الفقر وتتفاقم أزمات الإسكان ويشتد نقص المواد الغذائية ، ويغيب الصرف الصحى ، وتنتشر أمراض سوء التغذية، وعشوائية الخدمات ، وذلك كله يؤدى إلى تدهور البيئه الطبيعية والبشرية وتدنى نوعية الحياة، وتزداد بالتالى مشاكل التلوث وما ينتج عنها من أمراض بدنيه ونفسيه واجتماعيه تؤدى بالتالى إلى إنقاص معدلات التنمية . ولعلنا نسمع كثيرا عن مجاعات فى بلاد كان من المفترض أن تكون سلة الغذاء للعالم ، فما هو السبب يا ترى ؟

كما أن الأمراض تكاد تكون ملازمه لسكان الدول الفقيرة ، فالملاريا تنتشر فى دول إفريقية كثيرة لتقضى على أعداد كبيرة من الناس ، وتنتشر الكوليرا فى الهند مسببه موت الكثير من الفقراء ، ومن المعروف أن مضاعفات المرض تكون أكبر وأخطر عند الجائع .

شهد القرن العشرين زيادة هائلة فى عدد السكان بصوره لم تحدث طوال تاريخ البشرية ، فالأرقام التى تتحدث عن زيادة السكان مرعبة إلى حد كبير . وقد

قدر **مالتوس** رائد الفكر السكانى : بأن قدرة الإنسان على التكاثر أعظم بكثير من قدرةالأرض على إنتاج محاصيل الغذاء ، وسيجئ اليوم الذى تصل فيه الزيادة السكانيه حداً لا تستطيع الأرض بعده إطعام الإنسان ، ولذا فان أهم المشاكل التى تصاحب الزيادة السكانية هى نقص الغذاء فى العالم ، فطابور الجياع يزداد عاماً بعد عام .



شكل (٤٤) العشوائيات فى مدن الدول النامية

وتطالعنا الاحصائيات العالمية بأرقام مخيفة عن حقيقة وضع السكان والغذاء في العالم ، فيوجد حوالى مليار ونصف مليار نسمه يعيشون تحت وطأة سوء التغذية الناتج عن نقص العناصر الغذائية لعدم توافر الغذاء ، وأن حوالى ٢ر١مليار نسمة من السكان بالدول النامية يعانون من عدم إمكانية الحصول على مياه نظيفة وصالحة للشرب ، وأن ١,٨ مليار نسمة لا يملكون المرافق الصحية الضرورية . وقد ساهم تدهور البيئه وتفاقم النمو السكانى فى استخدام المياه الملوثه بنفايات المعادن والكيماويات والمبيدات الحشرية ، مما أدى إلى تدنى كمية ونوعية الماء الصالح للشرب . وقد أعلنت السيدة " **جوبس جوستاف** " رئيسة مركز جلوبل للسياسات المائيه فى إحدى الندوات الدولية بالقاهرة مؤخرا : **أن حوالى ٤٠ ٪ من سكان العالم سيعانون من العطش والجفاف بحلول عام ٢٠٠٠م ، وأن حوالى خمسة وعشرون ألف طفل يموتون يومياً بسبب الجوع والعطش وتلوث المياه .**

فالبشر فى البلاد الفقيرة تنحصر أمانيهم فى الحصول على متطلباتهم اليومية دون النظر لما سيجلبه ذلك من ضرر على بيئاتهم فى المستقبل ، فهم يستنزفونها من أجل معيشتهم اليومية ، فليس لديهم المقدرة على توفير متطلباتهم اليومية بدءاً من الغذاء ومرورا بالماء وانتهاءاً بالكساء . وهم يلجأون إلى كل الطرق – غالبا ما تكون طرق غير سليمة – لتوفير أقل قدر ممكن من هذه المتطلبات . وتقول " **ساندرا بوستيل** " فى كتابها **الواحة الأخيرة** الصادر فى لندن عام ١٩٩٢ : **فى كاليفورنيا يستخدم كل شخص مئات اللترات من الماء**

يومياً ، وفى نفس الوقت يقوم سكان جنوب الصحراء الإفريقيه بقضاء ساعتين فى المشى بحثا عن كمية من الماء تكفى للشرب ، وبالطبع ذلك على حساب أنشطه أخرى أكثر انتاجية .



شكل (٤٥) الانفجار السكانى فى الدول النامية

وإذا ما أخذنا فى الاعتبار أنه لا حياة بدون غذاء أو ماء ، فإن الكمية المتاحة من الغذاء أو الماء النظيف ستكون هى المحدد الرئيسى لعدد السكان الذين

يمكن أن يعيشوا فى مكان ما . ولذلك عقدت الأمم المتحده مؤتمرها الثالث عن السكان والتنمية بالقاهرة فى سبتمبر ١٩٩٤ ، بعد أن وجدت دول العالم أن مشكلة الزيادة السكانية تهاجم العالم ككل ، وتلتهم التنمية. وانتهى المؤتمر بالتأكيد على أهمية تنظيم النسل ، وأن تكون هناك سياسه سكانيه مدروسه لكل دولة من الدول ، والاهتمام بالتنمية الشاملة . ولقد نجحت بعض الدول الناميه فى الحد من الزيادة الهائلة فى عدد السكان - مثلما حدث فى الصين وتايلاند ومصر والهند - فهل تستطيع باقى دول العالم النامى أن تنجح فى ذلك حتى يضمن الإنسان فى هذه الدول المعيشة في بيئه أقل ما يقال عنها أنها بيئه صالحه لمعيشة الإنسان .

ويرى البعض أنه من السخرية أن نطلب من فقراء الدول النامية ترك الغابات مثلا منتصبة الأشجار ، والأفيال ترعى فيها بسلام ، والباندا تأكل الفواكه على الأشجار ، فى نفس الوقت الذى لا يجد فيه هؤلاء المساكين ما يسدون به رمقهم أو مسكن يقيمون فيه - فالفقر والعوز والتضحية بمستقبل الأجيال القادمة فى سبيل الحصول على لقمة العيش هو الذى دفع الفقراء لاقتلاع أشجار الغابات بلا تفكير ، والتى هى صمام الأمان بالنسبة للتوازن البيئى ، فهى أكبر مستهلك لغاز ثانى أكسيد الكربون المنطلق من المصانع ووسائل النقل ، وهى أيضا الرئه التى تتيح الحصول على الهواء النقى ، وهى السد الذى يمنع ارتفاع معدل درجات الحرارة فى جو الأرض ويمنع إشعاعها مره أخرى إلى الفضاء الخارجى ، كل هذة الفوائد لا تساوى شيئا فى سبيل الحصول على الغذاء .



شكل (٤٦) المشى ساعات للحصول على الماء فى الصحراء الأفريقية

* التعليم والسكان

الزيادة المضطردة للسكان والجهل والفقر ثلاثية تهدد مستقبل البيئة والتنمية فى الدول النامية ، لأن للجهل دور كبير فى زيادة عدد السكان . ففى دراسة *

* البيئة والإنسان - رؤية اسلامية - دار البحوث العلمية - الكويت ١٩٩٣ د.زين الدين عبدالمقصود .

عن حاله بعض الدول الناميه تبين منها أنه حيث لا توجد نساء متعلمات ، فإن معدل الإنجاب للمرأة يبلغ ٧ أطفال ، ولكن حيث يوجد تعليم ثانوى بنسبه تبلغ ٤٠٪ للنساء فإن هذا المعدل فى الإنجاب ينخفض إلى ٣ أطفال للمرأة المتعلمه ، وبالتالى لو أتيحت فرصة للتعليم العإلى أمام المرأة فإن ذلك سيعمل على تخفيض أكثر لمعدل الانجاب لأنه سوف يسهم فى تأخير سن الزواج ، علاوة على مشاركة المرأة فى قوة العمل الوطنى ، والرغبة فى المحافظة على مستوى أفضل للمعيشة . كل ذلك سيؤدى إلى تقليل الإنجاب وبالتإلى عدم زيادة السكان بالقدر الموجود حاليا والوصول كما نأمل إلى ضبط معدلات المواليد لتقترب من معدلات الوفيات (صفر النمو السكانى) .

ونجد أنه فى الدول الغربية عامة ، فإن زيادة التعليم قد ساعدت كثيرا على ضبط النمو السكانى ولذلك تؤتى التنمية ثمارها .

* مشكلة الغذاء ... والبيئة

علمنا أن مشكلة الغذاء مرتبطة ارتباطا وثيقا بمشكلة الزيادة السكانية ، وهى فى أبسط تعريف لها تعنى : **حدوث نقص فى كمية الغذاء ، أو فى بعض العناصر الأساسية عن الحد الأدنى من السعرات الحرارية اللازمة للإنسان** * .

ونعلم أن معدل الزياده فى عدد سكان العالم ، وبالذات فى الدول النامية بشكل خطراً كبيراً على مستقبل البشرية ، خاصة وأن زيادة السكان أكبر بكثير من الزياده فى معدلات إنتاج الغذاء فى تلك الدول . وتوفير الغذاء لهذه الأعداد يمثل خطرا على مشروعات التنميه ويكون على حساب الاستثمارات ، وإذا كانت الدول الناميه تستطيع الآن الموازنة إلى حد ما بين الاستثمار والزياده فى ميزانيات الخدمات وتوفير الغذاء ، فإن ذلك سيكون أكثر صعوبه فى السنوات القادمة .

وتعتبر الولايات المتحدة الأمريكية وكندا ودول أوروبا هى الوحيده التى تتمتع بمستوى غذائى أعلى من المستوى المتوسط ، ولكن معظم دول العالم خاصه آسيا وأفريقيا وأمريكا الجنوبية تعانى من نقص فى الغذاء الكمى والنوعى . ويقول " **جوزيه دى كاسترو**" المدير السابق لمنظمة الأغذية والزراعة **FAO** التابعه للأمم

---

* قدرت منظمة الاغذية والزراعية الحد الأدنى للفرد فى اليوم الواحد بـ ٢٦٥٠ سعراً حرارياً

المتحده أن المشكلة فى العالم هى مشكلة توزيع وليست مشكلة نقص ، لأن الأرض الصالحه للزراعه على سطح الكرة الأرضية تبلغ مساحتها حوالى ١٦ مليار فدان ، فيكون نصيب الفرد حوالى ٣ أفدنه ، لذا فهذه المساحه بها فائض . إلا أن المساحه المنزرعه فعلا لا تتعدى جزءا صغيرا من هذة المساحه وتصل إلى حوالى ١٢ ٪ فقط . واذا أطلعنا على الأحصائيات التى تبين توزيع الغذاء فى العالم ، لوجدنا أن معظم إفريقيا وآسيا وأمريكا الجنوبيه هى المناطق التى تعانى من الجوع رغم توافر الأرض الصالحه للزراعة . إلا أنه توجد عوامل كثيرة اجتماعيه وسياسية تلعب دورا كبيرا فى سوء التغذية السائد مثل :

١ – العادات الغذائية عند بعض السكان والتى تمنعهم من تناول بعض الأغذية النافعه مثل الهندوس فى الهندالذين لا يصيدون الأسماك لأنهم يعتبرون مهنة الصيد مهنه وضيعة .

٢ – فى معظم بقاع العالم لا يستساغ أكل القواقع مع أنها تمثل ثروة غذائية هائلة إذا أحسن استغلالها .

٣ – بالرغم من أن الهند وباكستان بهما حوإلى ١٩ ٪ من مجموع أبقار العالم ، إلا أن الهندوس لا يأكلون لحوم الأبقار لأنها مقدسه بالنسبة لهم .

٤ – فى بعض مناطق غانا يحرم علي النساء غير المتزوجات أكل اللحوم .

٥ – كثير من القبائل الافريقيه لا تأكل البيض .

٦ – أغلب سكان تايلاند لا يشربون اللبن لاعتقادات دينيه .

٧ – الفقد الكبير فى الإنتاج الزراعى نتيجة إصابته بالآفات والأمراض واستهلاك الطيور والقوارض .

٨ - الظروف الاقتصادية والسياسيه ، فقلة الموارد المالية وقلة دخل الأسرة فى كثير من الدول تمنعهم من الحصول على القدر الكافى من الغذاء . لذلك نرى أن الدول المتقدمة التى تضم حوإلى ١٥ ٪ من عدد السكان بالعالم يستهلكون أكثر من ٧٥ ٪ من المواد الغذائيه بينما الدول الفقيره التى تضم حوإلى ٨٥ ٪ من عدد السكان يستهلكون ٢٥ ٪ فقط من الغذاء . لذلك نجد دولا تعانى من مشاكل زيادة الغذاء مثل الولايات المتحده الأمريكيه وبعض دول أوربا الغربية ، وأخرى تهددها المجاعات مثل الهند وبعض الدول الأفريقية والآسيوية ، ولذلك فهى تقوم باستيراد الفائض من الدول الغنية التى تقوم بعمليات ضغط سياسى غالبا ماتستجيب له الدول الفقيرة فى سبيل سد احتياجاتها من الغذاء . ولكى يمكن تحقيق الاستقرار السياسي لدولة ما ، لابد أن تطعم شعبها بنفسها دون الاعتماد على الغير ، لذلك فالدول الكبرى تحاول دائما الحصول على مكاسب سياسية عن طريق إمداد الدول النامية بحاجتها من الغذاء .

٩ - الظروف المناخية وهى من أهم العوامل الطبيعية التى تتحكم فى إنتاج الغذاء سواء فى الدول المتقدمة أم الدول النامية ، ومن أمثلة العوامل المناخية التى تقلل من الإنتاج الغذائى فى العالم موجات الصقيع والثلوج ، وتذبذب معدل سقوط الأمطار من سنة لأخرى ، كذلك نوبات الجفاف التى تصيب بعض البيئات الجافة وشبه الجافة من وقت لآخر.

١٠- امتداد التصحر للأراضى الزراعية ، الذى يعمل على تحويل الكثير من الأراضى الزراعية إلى أراضى متصحرة ، مما يقلل الإنتاج الزراعى ، كذلك

سوء استخدام مياه الرى مما يؤدى إلى حدوث التملح والتغدق للتربة الزراعية فيفقدها قدرتها البيولوجية ويقل إنتاجها الزراعى تبعًا لذلك .

١١- التلوث الذى يزيد من تكوين الأمطار الحمضية وتأثيرها فى تدهور القدرة البيولوجية للتربة الزراعية وتقليل معدلات الإنتاج الزراعى .

القارة	السكان بالمليون (١٩٦٥)	المساحة القابلة للزراعة (مليون فدان)	المساحة المرزوعة	نسبة المساحة المزروعة للقابلة للزراعة ٪
افريقيا	٣١٠	١٨١٠	٣٩٠	٢٢
آسيا	١٨٥٥	١٥٥٠	١٢٨٠	٨٣
أوروبا	٤٤٥	٤٣٠	٣٨٠	٨٨
أمريكا الشمالية	٢٥٥	٥٩٠	١٥٠	٢٦
أمريكا الجنوبية	١٩٧	١٦٨٠	١٩٠	١١
استراليا	١٤٠	٣٨٠	٤٠	٢
الاتحاد السوفيتى السابق	٢٣٤	٨٨٠	٥٦٠	٦٤

جدول (١٢) توزيع الأراضى الزراعية فى العالم

*** بعض الحلول لمشكلة الغذاء**

ولكن هل سيظل عدد السكان فى ازدياد والإنتاج الغذائى فى النقصان ؟ وما هو الحل ؟

الكرة الأرضية تشتمل على مصادر متاحة للغذاء تكفى لإطعام ٣٠ مليار من البشر ، ولكن ذلك يحتاج إلى جهد خارق من الإنسان فى اتجاهات عديدة حتى يصل إلى استغلال هذه المصادر بطريقة علمية منظمة ، وتطوير وتحسين وتكثيف الإنتاج الغذائى حتى يمكن مواجهة الزيادة السكانية الهائلة . ولكى يكون هناك توازن بين الزيادة السكانية والإنتاج الغذائى يجب علينا ما يلى :

١ – زيادة إنتاجية الأراضى الزراعية من خلال استخدام تقاوى جيدة ومحسنة ، والاستخدام الجيد للميكنة الزراعية بما لايجهد التربة ، كذلك استخدام معدلات عالية الجودة من الأسمدة الطبيعية عن تلك التى تستخدمها الدول النامية ، ومقاومة الآفات باستخدام المكافحة البيولوجية ، وتحسين وسائل نقل الإنتاج وتخزينه وتصنيعه لتقليل الفاقد منه .

٢ – الاستخدام الأمثل لمياه الرى ، وتطوير طرق الرى واستخدام مكثف لطرق الرى بالرش والتنقيط وغيرها من الوسائل الحديثة ، وذلك للتغلب على المشاكل الناتجة عن استخدام طرق الرى التقليدية والتى تسبب تدهور القدرة البيولوجية للأراضى الزراعية (التملح ، والتغدق) ، علاوة على الترشيد فى عمليات استخدام المياه .

٣ - محاولة التعرف على مصادر جديدة للغذاء ، يمكن إنتاجه بكميات كبيرة ، ورفع القيمة الغذائية للمواد البروتينية التقليدية كإضافة الجبنة المبشورة إلى المكرونة أو إضافة الفيتامينات إلى الفطائر ، أو الأحماض الأمينية المستخلصة طبيعيا إلى الأغذية .

٤ - الاتجاه إلى البحار والمحيطات لاستغلال ثرواتها من أسماك وطحالب بحرية وقشريات كمصادر للإنتاج الغذائي وهي كميات هائلة تحتوى على العديد من العناصر الغذائية وتضم مخزونًا لاينضب من البروتينات والدهون والفيتامينات والأملاح المعدنية (العناصر اللازمة لبناء الجسم البشرى) ، كذلك استزراع الأسماك ، والأعشاب البحرية لاستغلالها كغذاء .

٥ - تحسين طرق حفظ الطعام ، فمن الطرق المعروفة والشائعة التجفيف والتمليح والتسكير واستخدام الحرارة والتبريد والاشعاع . ولكن لنا هنا وقفة عن استخدام الطريقة الأخيرة ، فقد أمكن حفظ الأطعمة بتعريضها للإشعاعات (أشعة جاما وأشعة x) وهى تحفظ الأطعمة ضد التلف لفترة طويلة ، لكن التجارب العلمية أثبتت أن تعرض الغذاء للإشعاعات يؤدى إلى فساد عدد من الفيتامينات مثل فيتامينات A , B , C , D , E , K وتحلل بعض الأحماض الأمينية ، وحديثًا أكدت الأوساط العلمية أن حفظ الغذاء بالإشعاع مسئول عن انتشار كثير من الأمراض السرطانية . أما فيما يتعلق بحفظ الأطعمة بالطرق الكيميائية فهى لاتقل خطورة عن الحفظ بالإشعاع فى تسببها للأمراض السرطانية .

وهناك الكثير من العادات الغذائية الضارة بصحة الإنسان والتى توجب علينا جميعًا أن نكون على درجة من الوعى الغذائى ، حتى نتلافى الأخطار الناجمة عن هذه العادات التى منها :

١ - بالنسبة للمواد التى تضاف لتحسين الإنتاج وإكساب الغذاء لونًا وطعمًا أو قوامًا مميزًا ، تم دراسة الكثير منها والتأكد من فعلها المسرطن على خلايا الجسم ، مثل تلك المواد التى تضاف لإعطاء اللحوم اللون الأحمر الفاتح فتجعلها تبدو طازجة وهى مركبات **النيتريت** Nitrites ،**والنترات** Nitrates حيث وجد أنها تتحلل داخل خلايا الجسم إلى مركبات شديدة السمية تسمى **النيتروزامين** Nitrosamine وتعتبر سببا لانتشار السرطان .

٢ - تضاف كذلك للأغذية عوامل النكهة التى تعطى الأطعمة صفات الملوحة والحمضية والرائحة العطرية ، والحلاوة مثل السيكلومات الصودية ، وهى مواد أثبتت الأبحاث العلمية أيضًا مسئوليتها عن العديد من الأمراض السرطانية ، وكلنا نعرف السكارين الذى يعطى طعم الحلاوة للمشروبات وأغذية الأطفال ، وهو يشبه السيكلومات فى فعله المسرطن للمثانه ، وقد منع استخدامه فى الدول المتقدمة، أما الألوان الصناعية التى تضاف للأغذية خاصه أغذية الأطفال لجذب انتباهم أو المرطبات والمشروبات الاصطناعيه ، هذه الألوان لا تقل خطوره عن المواد الأخرى السابق الإشاره اليها. ورغم ذلك فإننا نجد جمعياتنا الاستهلاكية مليئه بالعديد من

هذه الأغذية والمشروبات ، وتجتهد الشركات المنتجه لها فـى الدعايـة لهـذة الأغذيـة ممـا يدفـع المواطـن إلى استخدامها بصـدر رحـب دون أن يعـرف أضرارها . وقد أثبت باحثى المعهـد الأمريكـى للسـرطان أن السـموم التـى تدخـل جسـم الإنسـان عـن طريـق الطعـام والشـراب مـن المـواد الحافظـة والصبغات الصناعية مسئوله عـن نصـف إصابـات السـرطان خاصـه لـدى النساء . وكما هو الحال ، فالغذاء غير الجيد أو قلته تـؤدى لأمـراض سـوء التغذية فإن التغذية إلى درجـة مـا فـوق الإشـباع تـؤدى أيضـا إلى الاصابـة بالامراض الخطيرة كما يقول باحثى المعهد الأمريكى للسرطان ، وقد حثنـا رسول الله صلى الله عليه وسلم إلى الاعتدال فى الغذاء وعدم الإفراط فيـه كما جاء فى الحديث الشريف :" **ما مـلأ ابـن آدم وعـاء شـرامن بطنـه ، حسب ابن آدم لقيمات يقمن صلبه ، فإن كان لابد فاعلا فثلث لطعامه وثلث لشرابه وثلث لنفسه** " وقد جاء أيضا فى سـورة الأعـراف ، يقـول الله سبحانه وتعإلى " **كلوا واشربوا ولا تسرفوا** " (آيه ٣١) وهذا ما أثبتـه العلماء فى العصر الحديث مـن الأضـرار التـى تصيـب الانسـان مـن جـراء التغذية لفوق درجة الإشباع .

٣ - هناك أيضا قضيه تناولناها فى فصل سابق ويجب التأكيد عليها مـرة أخـرى لأهميتها القصـوى ، ألا وهـى حفـظ الأطعمـه فـى أكيـاس البلاسـتيك أو الأوانى المصنوعة من البلاستيك فنحن نعلم جميعا أن المادة التى تدخـل فـى صناعة البلاستيك الشـفاف هـى **عديـد كلوريـد الفينيـل p.v.c** والـذى

انتشر أخيرا للأسف فدخل فى شتى مجالات الحيـاة ، مـن زجاجـات الميـاه المعدنيه ، الزيت ، الخل ، العصائر ... الخ .

وقد أثبت العلماء فى كل من الولايات المتحدة الأمريكية وفرنسـا وإيطاليـا أن هذه المادة لها قدرة مسـرطنه كمـا لاحظـوا فـى عـام ١٩٧٤ أن نسبة الإصابـه بسرطان الكبد كانت أعلى بـــ ٤٠٠ مـره بـين عمـال مصـانع البلاستيك بالمقارنـه بغـيرهـم . ولأن البلاسـتيك مـاده كيميائيـه معقـده ونظـرا لاحتوائهـا علـى مـادة **البـنزوفينون** فقـد توجهـت الدراسـات البحثيـه حـول فهـم عمـل البلاسـتيك فـى إحداث سرطان الكبد والعقد اللمفاوية ، وقد دلـت هـذه الدراسـات علـى الفعـل الأكيد للبلاستيك فى التسبب لمرض السرطان .

أما البلاستيك غير الشفاف المستخدم فى صناعة الأطباق والملاعق والشوك والأدوات الأكثر صلابة فإن المادةالأساسية الداخلة فى تركيبــه هـى **بـولى سـتيرين Polystyrene** ذات الفعل المسرطن أيضا .

وقد أوضحت الأبحاث التى تمت عام ١٩٨٠ ومـا بعدهـا، إمكانيـة هجـرة مركبات كلوريد الفينيل والبولى ستيرين من البلاسـتيك إلى الغـذاء الموجـود فيـه ، فيصبح الغذاء محتويـا علـى هـذه المـواد المسـرطنة. ويـزداد الخطـر إذا كـانت المـادة الغذائية ساخنة أوذات طبيعة دهنيه أو زيتية ، فالحرارة والدسـم عـاملان يسـاعدان على انحلال الكثير من المواد المسببه للسرطان ، ومن هنا تأتى خطورة أكياس الفرن

البلاستيكية والتى انتشرت كثيرا فى المجمعيات الاستهلاكية وامتلأت بها الرفوف ،كذلك أوضحت منظمة الصحة العالمية أن استخدام الأنابيب البلاستيكية التى شاع استخدامها أخيرا فى شبكات مياه الشرب ضاره بصحة الإنسان ، لأنه يدخل فى صناعتها مادة الاميانت الأسمنتى والتى سبق الإشاره إليها فى فصل سابق وهى مادة تحتوى على حوالى ١٥ ٪ من الاسبستوس . وبالطبع فإن الهواء والشمس والتى تتعرض لهما تلك الأنابيب ، كفيلان بتحرر هذه المواد المسرطنة فى مياه الشرب .

٤ – هناك العديد من العادات الضارة التى تقوم بها بعض ربات البيوت ، ولا يدرين ما تسببه من أمراض للإنسان ، فعلى سبيل المثال استخدام الزيت للقلى عدة مرات خطر جداً ، حيث أن درجة حرارة الزيت تصل فى كل مرة لدرجة عالية ، وبالتالى فإن التركيب الكيميائى للزيت يتغير وتتكون مادة جديده لها تأثير مباشر على المعدة مما يعمل على حدوث أورام سرطانية بها .

كذلك استخدام قدورالطهى المصنوعة من الألومنيوم ، والتى ثبت علميا أن مادة الألومنيوم تتفاعل مع الأطعمة وتنتقل إلى الانسان مسببة ضعف تمثيل الكالسيوم وضعف العظام ، وكساح الأطفال ، والاضطرابات المعوية ، وفقر الدم والصداع وقصور فى الأداء الوظيفى للكلى والكبد والنسيان. وتؤكد الأبحاث الغلمية أن النقص المزمن فى الكالسيوم قد يغير من طريقة استخدام الجسم للمواد

المعدنيه مع الامتصاص الزائد للألومنيوم فى الأمعاء الذى يتحد مع السليكون لتكوين مركبات تتراكم فى القشرة المخية ، وهذه المركبات تمنع النبضات من الانتقال من والمخ ، وبالتالى تؤدى إلى مرض الزهيمر Alzeheimer (فقدان الذاكرة) الذى أصيب به حديثا الرئيس الأمريكى الأسبق **رونالدريجان** ولم يكتشف علاج لهذا المرض حتى الآن . وللأسف فإننا نرى أيضا رقائق الألومنيوم قد شاع أخيرا استخدامها فى تجهيز الأطعمة بالأفران .

كذلك من الخطورة استخدام الجبن الذى يدخل فى تركيبه الألومنيوم ليعطى الجبنة خاصية الإنصهار والتى تستخدم فى السندوتشات المعروفة بـ (تشيز بيرجر) والتى يقبل عليها شبابنا فى مطاعم الوجبات السريعه بنهم شديد ، فهى من أكثر الأطعمة احتواء على الألومنيوم ، فهل يعلم شبابنا ذلك ؟

*** مشكلة الغذاء فى دول مجلس التعاون الخليجى**

الاكتفاء فى الإنتاج الغذائى يمثل أمن غذائى لأى دولة ، وهو لاينفصل بأى حال من الأحوال عن الأمن القومى ، لأنه لاحرية سياسية بدون الاعتماد على النفس فى إنتاج الغذاء . ودول مجلس التعاون الخليجى بطبيعتها تتصف بالفقر فى الموارد المائية من جهة ، ودرجة الحرارة العالية التى لاتساعد على نمو النباتات من جهة ثانيه ، وانتشار الأراضى الصحراويةمن جهة ثالثه ، ومع ذلك بدأت هذه

الدول تدرك خطورة هذه المشكلة على المستوى القومى فوجهت استثمارات هائلة نحو مشروعات الأمن الغذائى .وقد حققت المملكة العربيه السعودية تقدما هائلا فى هذا المجال وأصبحت تحقق الاكتفاء الذاتى فى إنتاج القمح ، كذلك دولة الإمارات العربيه المتحدة حققت تقدما ملموسا فى ذلك ، ولا تقل سلطنه عُمان عنهما فى هذا المجال ، كما قامت دولة الكويت بتشجيع الزراع وتزويدهم بأفضل السلالات النباتية .

وخلاصه القول أنه يمكن لدول مجلس التعاون الخليجى من خلال التعاون فيما بينها لإنتاج المحاصيل الغذائيه ، وتأمين احتياجاتها من المواد الغذائية حسب تخطيط علمى وبيئى وذلك لتتخلص من استيراد المواد الغذائية من الدول الأخرى .

الفصل الرابع عشر

الطاقـــة .... والبيئـــة

﴿ جعل لكم من الشجر الأخضر نارًا فإذا أنتم منه توقدون ﴾
﴿ سورة يسن آية ٨٠ ﴾

ليس غريبًا أن نتعرض هنا لمشكلة الطاقة ، باعتبار أن الطاقة كانت ولاتزال وستبقى الأساس فى حضارة الإنسان ، وهناك ازديادًا مستمرًا لمتطلبات دول العالم من الطاقة سواء منها الدول الغنية أم الدول الفقيرة ، ففى قطاع الزراعة زاد استهلاك الطاقة فى العقود الأخيرة زيادة كبيرة نتيجة للمحاولات الرامية لزيادة إنتاج الغذاء فالميكنة الزراعية وصناعة الأسمدة والمبيدات الحشرية ، كل هذا أدى لاستخدام قدر أكبر من الطاقة ، وفى مجال الصناعة كان التحول من الآلة البخارية إلى الميكنة الكهربائية وإدخال عوامل أكثر فعالية فى استهلاك الطاقة كفيلا بمضاعفة استهلاكها .

ومنذ القدم والإنسان يحتاج إلى الطاقة ، ولكن استخدامة لها الآن تضاعف مرات كثيرة ، لأنة أصبح يحتاجها أكثر فى حياتة اليومية . فكل حركة يقوم بها

الإنسان تحتاج إلى استهلاك قدر من الطاقة بدءاً من العمل اليدوى والذهنى الذي يحتاج إلى استهلاك قدر من الغذاء المتنوع والذى يتم حرقة فى خلايا الجسم ، وينتج الطاقة التى يستخدمها فى تحريك عضلاتة وفى أداء أعماله اليومية . وقد تمكن الإنسان بعد ذلك من استغلال طاقة الرياح فى تحريك السفن الشراعيه فى الأنهار والبحار، واستخدمها كذلك فى إدارة الطواحين الهوائيه ثم عرف الإنسان الفحم منذ اكتشف النار ولاحظ أن بعض الأحجار السوداء الموجودة فى الطبيعه تقبل الاشتعال واستخدمها كمصدر للطاقه ، ثم بدأ بعد ذلك باستخدام ضغط البخار فى تحريك الآلات ، ثم ظهر زيت البترول وما يصاحبه من غاز طبيعى وأصبحا من أهم مصادر الطاقة حتى الآن .

وقد ازدادت الحاجة إلى الطاقة مع زيادة أعداد السكان فى العالم ومع زيادة الأخذ بأساليب التكنولوجيا الحديثة فى كل أغراض الحياة . وكان ذلك من أهم أسباب الضغط على مصادر الطاقة الطبيعية .

ومن العوامل التى تؤدى إلى زيادة الطلب على الطاقة مايلى :

١ – الزيادة السكانية ، فكلما زاد عدد السكان ، زادت احتياجاتهم للطاقة وبالتالى للوقود

٢ – النمو الاقتصادى ، فالزيادة فى استهلاك الطاقة تتناسب تناسبًا طرديًا مع التقدم فى المستوى الاقتصادى للأفراد (دخل الأفراد) فالزيادة فى المستوى الاقتصادى يسير موازيا للزيادة فى استهلاك الطاقة .

٣ – التقدم التكنولوجى ، فكلما زاد التقدم التكنولوجى زاد استهلاك الطاقة أيضا ، وربما يكون ذلك مرتبطا بارتفاع مستوى المعيشة والذى يتبعه انتشار استعمال كثير من الأدوات الكهربائيه الحديثة فى المنازل .

٤ – التقدم الصناعى والحاجة الدائمة لزيادة الانتاج الصناعى ، وتطوير كثير من السلع وتحسين نوعيتها ترتب عليه زيادة كبيرة فى استخدام الطاقة .

٥ – انتشار وسائل النقل الحديثة كالسيارة مثلا أدى إلى زيادة ضخمة فى استهلاك الطاقة .

٦ – التقدم الحضارى الذى ينعكس بشكل مباشر على زيادة استخدام الطاقة ، فالآن أغلب المحلات التجاريةمكيفة الهواء، والسلالم الكهربائية منتشرة فى المجمعات التجارية ، والمصاعد تنتشر فى المنازل ، كما تستعمل لمبات النيون فى الإعلانات ، ....الخ وهى جميعها تضيف عبئا جديدا إلى تلك الزيادة فى استهلاك الطاقة .

ومما يزيد حدة هذه المشكلة هو الاعتماد فى توفير الطاقة على المصادر غير المتجددة المعرضة للنضوب ، مما يعرضها للنفاذ فى وقت قصير . علاوة على أن هذه المصادر (البترول والفحم والغاز الطبيعى) تعتبر ملوثه للبيئه مما يحتم علينا البحث عن مصادر جديدة غير ملوثه للبيئه وغير معرضه للنضوب فى وقت قصير .

*** مصادر الطاقة**

تنقسم مصادر الطاقة إلى مصــادر قابلـه للنضـوب (غـير متجـددة) وهـى مصادر طاقة ملوثه للبيئـة مثـل الفحـم والنفـط والغـاز الطبيعـى والمعـادن المشـعة . ومصادر دائمة (متجددة) وهى غير ملوثـه للبيئـة (نظيفـه) فهـى مصـادر طاقـة مرغوبة بيئيا وإن كان الإنسان لم يتوسع فى استخدامها حتـى الآن إلا أنـه مضطـر للبحث فى زيـادة استخدامها وتنميتها لإنقاذ العالم من التلوث . ومن أمثلـة هـذه الـمصادر الريـاح ، الشـمس ،المسـاقط المائيـه ، حـرارة بـاطن الأرض والطاقـة البيولوجيه .

*** (١) مصادر الطاقة غير المتجددة**

(أ) الفحم

يتكون الفحم فى باطن الأرض نتيجـة لتفحـم بقايـا النباتـات والأشـجار ، فالنباتات كما نعلم تقوم بعملية البناء الضوئى مختزنه الطاقة فى المواد التى تكونها ، وهذه الطاقة استمدتها النباتات من الشمس ، وعندما ينتهـى عمـر النبـات ويذبـل تحت الظروف المعتـاده فـإن كثـيراً مـن المركبـات العضويـة المحتويـه علـى الكربـون والموجودة بجسم النبات ، تبدأ فى التحلل ، وتتأكسد بمعزل عن الأكســجين نظـرا لتـراكمها وانضغاطها تحت ثقلها ، وبمرور الزمـن تتحـول هـذه البقايـا النباتيـه إلى فحم . والفحم الذى نستخدمه اليوم قد تكون فى باطن الأرض منذ ما يقرب مـن ٢٥٠ مليوناً من الأعوام فى العصـر الكربونـى Carboniferous Period . ونظـراً

لأن عملية التحول من نبات إلى فحم احتاجت إلى ملايين السنين ، فإن مثل هـذه الرواسب الطبيعية من الفحم لا يمكن تجديدها فـى حيـاة الإنسـان ولذلـك فيجـب المحافظة عليها وعدم استنزافها .

وقد عرف الإنسان الفحم منـذ عـدة قـرون ، ولكنـه لم يُستغل كمصـدر لإنتاج الطاقة إلا خلال القرنين الماضيين .

وقد عُرف الفحم فى كل من الصين وبـلاد الإغريـق قبـل الميـلاد ، وجـاء ذكره فى التوراه ، ووصفه الفيلسوف اليونانى **أرسطو** الذى عاش فى القرن الرابـع الميلادى . ومما يجعل للفحم أهميه كبرى أنه يستخدم كمصدر للطاقه فـى محطـات توليد الكهرباء ، فأغلب محطات توليد القوى تستخدم الفحم كوقود . كمـا يعتـبر الفحم مصدرا لإنتاج كثير من المواد الهامه فى حياة الإنسان مثل الأدوية والأصباغ واللدائن وغيرها .

ويوجد من الفحـم أربعـة أنـواع هـى **اللجنيـت Lignite** ، **تحت البتيومينى - Sub Bituminous** ، **البتيومينى Bituminous** وفحـم **الأنثراسيت Anthracite** وهـو أجود انواع الفحم حيث تصل فيه نسبة الكربون ٩٠٪ أو أكثر كمـا لا تزيـد فيـه نسبه الرطوبة عن ٢٪ . وقد اشتق إسم هذا الفحم من الكلمة اللاتينيـه **Anthrax** وهى تعنى الفحم . أما اللجنيت فهو أقل أنواع الفحم جودة حيث تصل فيه نسـبة الكربون أدناها وتظهر به بعض البقايا النباتيه ولهذا يطلـق عليـه هـذا الاسـم وهـى كلمة مشتقه من الكلمة اللاتينيه **Lignum** وتعنى الخشب . أما الفحـم البتيومينـى

وتحت البتيوميني فيهما نسبة متوسطه من الكربون ،ويعرف الفحم البتيوميني عـادة باسم الفحم الحجرى.

واذا ما قارنا بين حجم الاحتياطى العالمى من الفحم ومعدل إنتاجـه الحـالى يمكن القول بأن العمر الافتراضى له يصل إلى حوالى ٤٠٠ عـام . وترجـع خطـورة استخدامه إلى أنه ملوث للبيئه ، فعند احتراقه تتصاعد كميات هائلـه مـن الملوثـات أهمها غازات ثانى أكسيد الكربون ، وثانى أكسيد الكبريت وغيرها.

(ب) النفط

النفط سائل كثيف يميل لونه للأسود سريع الاشتعال ، وهو يتكون من خليـط من المركبات العضوية التى تتكون أساسا من الكربون والهيدروجين. وحتى الآن لا نعرف على وجه التحديد الطريقة التى تكون بهـا النفـط ، ولكـن النظريـة الأكـثر رواجا هى التى تفترض أنه تكون نتيجه لتحلل بعض البقايا النباتية والحيوانيـه تحـت الضغط الشديد ودرجة الحراره المرتفعة ، مما جعل هـذه المـواد العضويـة (النباتـات والحيوانات) تتحول إلى مواد هيدروكربونية والتى تحولت إلى النفط .

ويعتبر النفط أهم مصادر الطاقـة فـى الوقـت الحـاضر ، ولهـذا يطلـق عليـه أحيانـــا اسم " الذهب الأسود " تشبيها له بالذهب فـى قيمتـه وأهميتـه ، وقـد عرف النفط منذ القدم ، فقد عرفه الفرس منذ زمن بعيد ووصفه المؤرخ الاغريقـى

اللون،كريه الرائحه،وأن الفرس كانوا يستخدمونه فى تثبيـت أحجـار المبـانى وفـى إشعال النار.

وقد تم اكتشـاف أول بـئر للبـترول فـى الولايـات المتحـدة الأمريكيـه عـام ١٨٠٦م عندما كان بعض الأفراد يقومون بالحفر بحثا عن الماء فى ولاية فرجينيا .

ويقدر الاحتياطى العالمى من النفط حسـب تقديـرات عـام ١٩٨٤ بحـوإلى ٦٧٠ بليون برميل منها ٣٧٠ *بليون برميل فى منطقة الشرق الأوسط ، أى بنسبة ٥٥٪ ،يخص منها دول بحلس التعـاون الخليجـى ٢٩٨ر٦ بليـون برميـل أىحـوإلى ٤٢ر٧٪ من الاحتياطى العالمى ،حيث تحتل المملكة العربية السـعودية المركـز الأول (١٦٩ بليون برميل) يليهـا الكويـت (٩٠بليـون برميـل) والامـارات (٣٣ بليـون برميل)

وإذا قارنا بين حجم الاحتياطى العالمى وحجم الإنتاج فإن العمر الافتراضى للنفط يبلغ فقط حوإلى ١٠٠ سنه .

---

* البيئة والإنسان ، دار البحوث العلمية – الكويت ١٩٩٣ د. زين الدين عبدالمقصود

(جـ) الغاز الطبيعى

عرف الإنسان الغاز الطبيعى منذ زمن بعيد ، حيث كان هذا الغاز يتصاعد فى الهواء من شقوق صغيره فى سطح الأرض ،لكنه لم يعرف قيمته وفوائده،ولا فكر فى استخدامه حينئذ .ولا توجد حاليا فكرة واضحة عن الكيفية التى تكون بها هذا الغاز فى باطن الأرض .فنظرا لوجوده غالبا،مصاحبا لزيت البترول أصبح هناك اعتقاد بأنه يمثل مرحلة من مراحل تكوين النفط ،ولكن بعد اكتشاف مكامن منفصله للغاز الطبيعى لاعلاقه لها بمكامن النفط ،ظهرت نظريات جديدة تقول بأنه تكون فى الزمن القديم من اتحاد غازات الهيدروجين والكربون حيث تحول جزءمنها إلى بترول وتحول آخر إلى غاز طبيعى تسرب إلى مكامن خاصه به.

وأغنى مناطق العالم بالغاز الطبيعى هى سيبيريا ومنطقة الشرق الأوسط فى إيران والسعودية وقطر ومصر وبعض مناطق أمريكا الشمالية . وكان الغاز يحرق فى حقول البترول ، حيث قدر أنه منذ بداية هذا القرن حتى عام ١٩٨٠ قد تم إحراق حوإلى ٤٠٠٠ مليار متر مكعب من الغاز ،وقد تمت إسالة الغاز لأول مرة عام ١٩٦٩ وتم نقل الغاز السائل من مناطق إنتاجه إلى أماكن استهلاكه. ويقدر حجم الاحتياطى العالمى من الغاز الطبيعى (تقديرات ١٩٨٤) نحو إلى ١٩٠٥ تريليون قدم مكعب منه ٦٠٪ فى منطقة الشرق الأوسط . ويعتبر الغاز الطبيعى أقل تلويثا للبيئه من البترول والفحم وقد زاد استخدامه فى محطات توليد القوى أخيرا إنقاذا للبيئه وحماية لها من التلوث .

(د) الطاقة النووية

تحدثنا فى فصل سابق عن استخدامات الطاقة النووية ، وهى تمثل اليوم قدراً ضئيلاً من جملة الطاقه المستخدمه فى العالم لا يزيد عن ١٪ ومع ذلك فقد ساهمت بقدر أكبر فى توليد الكهرباء ، واستخدمت هذه الطاقة أيضا فى تسيير حاملات الطائرات والسفن .

وقد قوبل استخدام الطاقة النووية بكثير من المعارضه فى العديد من الدول نظرا للأخطار الناتجه عنها ، مثل الإشعاع النووى الملوث للبيئه . وحتى لو حدث توسع فى استخدام الطاقة النوويه فإن المعادن المشعه الموجودة بالأرض لن تدوم طويلا ، واحتياطيها مهدد بالنفاذ فى فتره قصيره . ومن ثم فهى مصادر مؤقته عمرها قصير ،شأنها فى ذلك شأن الفحم والبترول والغاز الطبيعى ، فلا ينتظر أن يكفى الاحتياطى منها الا لنحو ٤٠ عاما على أحسن تقدير ، وربما كانت تفاعلات الاندماج النووى ، وهى أقل خطوره من تفاعلات الإنشطار هى الحل الأمثل لانتاج الطاقة النووية فى المستقبل .

*** (٢) مصادر الطاقة المتجددة (الدائمة)**

حتى الآن لا تستخدم هذه المصادر على نطاق واسع ولكنها لفتت الأنظار نظرا لقرب نضوب المصادر التقليدية للطاقة (الفحم -البترول- الغاز

الطبيعى) من جهة ، ولكونها مصادر طاقة نظيفة لا ينتج عنها ملوثات للبيئــه مـن جهة أخرى . وتدور الآن الأبحاث فى مختلف دول العالم للاستفادة منهـا لأقصـى حد ممكن إنقاذا للبشرية من الكوارث الناتجه عن التلوث . ومن أهم مصادر الطاقه المتجددة .

(أ) الطاقة الشمسية

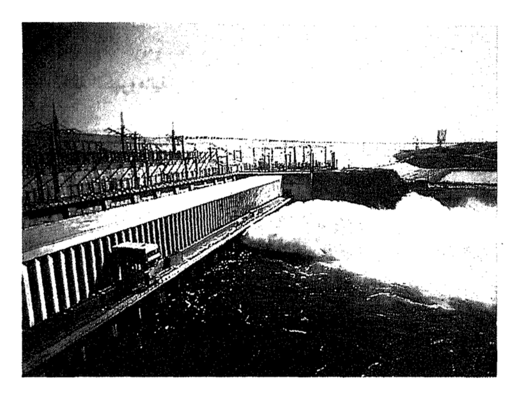
تعتـبر الطاقـة الشمسية مـن أهـم أنـواع الطاقـات التـى يمكـن للإنسـان استخدامها فى مجالات عديده ، فهى طاقة دائمه ، نظيفة ، غير قابله للنفاذ، يمكـن تحويلها إلى صـور أخـرى مـن الطاقـة مثـل الطاقـة الكهربائيـة التـى يمكـن أن تفـى باحتياجات كل سـكان الكـرة الأرضيـة. وفكـرة استخدام الطاقـة الشمسـية فـى التسخين أو تحريك الآلات ليست جديـدة ، فيحدثنـا التـاريخ أن **ارشميـدس** الـذى عاش فى القرن الثالث قبل الميلاد استخدم الطاقة الشمسية فى إحراق سـفن العـدو فى المعارك البحرية باستخدام مرايا لتركيز أشعة الشمس على صوارى هذه السـفن . وقد تجددت الآمال باستخدام هذه الطاقة بعد إمكان تحويلها إلى طاقـة كهربائيـه ، وتخزين الطاقة الشمسية ، وهناك جهود لإرسال مركبات فضائية تطلـق للفضـاء لتجميع الأشعة الشمسـيه مـن الفضـاء الخـارجى وإرسـالها لـلأرض عـبر موجـات حرارية مكثفه جدا . وقد اعتمدت أغلب الدول ميزانيات لبحوث استغلال هـذه الطاقة خاصة وأن هناك احتمالات بقرب نضوب المصادر التقليديه . وقد تركـزت هذه البحوث بصفه خاصـه على البطاريـات الشمسـية التـى يمكنهـا تحويـل طاقـة

الشمس إلى كهرباء . وتستطيع البطاريات الشمسيه أن تحول ١٠٠٠ وات من ضوء الشمس إلى ١٨٠ وات من الكهرباء .

ب – الطاقة الكهرومائية

ويعتمد هذا المصدر على سريان المياه حيث يستخدم الفرق فى مناسيب المياه فى إقامه توربينات لتوليد الكهرباء ، أو بناء سدود فى مجارى الأنهار لإقامة التوربينات عليها ، وتوليد الكهرباء نتيجه طاقةجريان ونزول الماء. كذلك فهناك الطاقة المستخدمه من ظاهرة المد والجزر ، والأمواج حيث تمت بعض الأبحاث الناجحه فى هذا المجال والذى أمكن الحصول على الكهرباء منها . وقد بدأت تجارب استخدام ظاهرة المد والجزر فى إنتاج الطاقة بالولايات المتحدة الأمريكيه منذ فتره طويلة ، وأقيمت إحدى محطات توليد الكهرباء بهذه الطريقة عام ١٩٦١ على شاطئ أحد الخلجان المجاور للحدود الكندية وأمكن الحصول على كميات من الكهرباء تقدر بمليون كيلووات / ساعة . كما نجحت فرنسا فى انشاء مثل هذة المحطة عند مدخل نهر " **رالس** " فى **برتياني** وبلغت قدره هذه المحطة ٦٠٠٠٠٠ر٦٠ كيلووات/ساعة .

وليس من المتوقع أن تساهم هذه المحطات فى حل مشكله الطاقة بشكل واضح ، لأن إنتاجها مازال محدودا ، كما أنها لا تصلح إلا فى المناطق التى يكون فيها الفارق كبيرا بين مستوى الماء فى المد والجزر .



شكل (٤٧) توليد الكهرباء من السدود

(جـ) طاقة حراره باطن الأرض

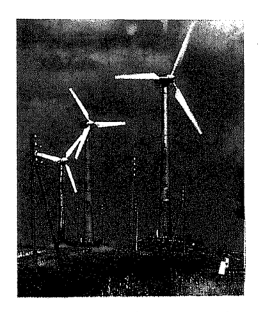
اذا تعمقنا قليلا فى باطن الأرض فإن درجة الحراره ترتفع تدريجيا بزياده العمق وتصل إلى درجه واحده سيليزية كل ثلاثين مترا، وقد أمكن استغلال مثل هذا الارتفاع فى درجة الحراره حيث تستخدم المياه الجوفيه لنقل هذه الحراره إلى سطح الأرض على هيئة نافورات أو ينابيع ساخنه يتصاعد منها الماء الساخن أو

البخار الذى يمكن الاستفاده منه . وقد جرت محاولات لاستخدام البخار المتصاعد من الينابيع الحاره فى أغراض التسخين والتدفئه وتوليد الكهرباء . وعلى الرغم من انخفاض تكاليف توليد الكهرباء بالبخار الطبيعى المنطلق من باطن الأرض ، إلا أنه ليس من المتوقع أن تنتشر هذه الطريقة وذلك لأنه يصعب اكتشاف ينابيع حاره جديدة فى الأماكن التى تحتاج إلى إنتاج طاقة كهربائيه.

واستغلال هذه الطاقة فى توليد الكهرباء يوجد الآن فى بعض الدول مثل اليابان والولايات المتحدة الأمريكيه وروسيا وإيطاليا .

(د) طاقة الرياح

وضع الأدميرال البريطانى " **سيرا فرانسيس بوفـ ورت Sir Francis Beaufort** الذى عاش فى القرن التاسع عشر ، مقياسا لسرعة الرياح وقسمه إلى ثلاثة عشر درجة من (صفر-١٢) طبقا للجدول (١٣) . ومن الطبيعى أن سرعات الرياح التى تزيد عن الرقم ٨ فى هذا المقياس لا تصلح للاستخدام فى إنتاج الطاقة لما تحدثه من دمار وتخريب . ولذلك فيجب اختيار الأماكن التى تستخدم طاقة الرياح بحيث تكون سرعة الرياح فيها مناسبة ، ودائمه تقريبا طوال أيام السنه .



شكل (٤٨) توليد الكهرباء من طاقة الرياح

وطاقة الرياح تعتبر أقدم الطاقات المعروفة على الإطلاق . وقد استخدمها الإنسان منذ القدم ، كما تستخدم فى العصر الحديث فى تحريك طواحين الهواء كما فى هولندا ، كذلك تستخدم فى الولايات المتحدة لإنتاج الكهرباء .
وأثبتت الأبحاث والدراسات أن المروحة التى يصل قطرها حوإلى ثمانية أمتار يمكن أن تنتج حوإلى ٣ كيلو وات / ساعة من الكهرباء إذا تعرضت لريح متوسطة .

وتتميز محطات الطاقة التى تعمل بطاقة الرياح أنه لا يصدر عنها ضوضاء ولا تنتج مواد ملوثه للبيئه وهى قليلة التكلفه. ومن المنتظر أن يتم استخدام طاقة الرياح لتوليد الكهرباء فى كثير من دول العالم ، وتتميز محطات توليد الطاقه التى تعمل بواسطة الرياح بأنه يمكن إقامتها بجوار المناطق السكنية دون حدوث أى

أضرار على سكان هذه المناطق . وفى مصر أمكـن استغلال هـذه الطاقـة بكفـاءه عاليه فى عده مناطق على ساحل البحرين الأبيض والأحمر .

رقم المقياس	سرعة الرياح كم/ساعة	وصف الرياح	مظاهرها
صفر	صفر - ١,٥	هادئة	الدخان يتصاعد راسيا
١	١,٦ - ٥	نسيم	تحرك الدخان
٢	٦ - ١١	هواء خفيف	تحرك أوراق الشجر
٣	١٢ - ١٩	نسيم لطيف	تحرك اوراق الشجر وبعض الأغصان
٤	٢٠ - ٢٩	نسيم متوسط	تحرك الأغصان وتطاير الأوراق
٥	٣٠ - ٣٩	نسيم منعش	تحرك سطح الماء وترنح الاشجار الصغيرة
٦	٤٠ - ٥٠	نسيم قوى	تحرك الأغصان الكبيرة
٧	٥١ - ٦١	رياح قوية	انثناء الاشجار وصعوبة المشى
٨	٦٢ - ٧٤	رياح عاصفة	انكسار أطراف فروع الأشجار
٩	٧٥ - ٨٧	رياح عاصفة قوية	انكسار أعمدة الكهرباء والأشجار
١٠	٨٨ - ١٠١	رياح عاصفة شديدة	انخلاع الأشجار
١١	١٠٢ - ١٢٠	عاصفة كاملة	حدوث الدمار
١٢	اكثر من ١٢٠	إعصار	دمار شديد

جدول (١٣) مقياس بوفورت لسرعة الرياح *

* الجدول مأخوذ عن كتاب الطاقة ومصادرها المختلفة - مركز الأهرام للترجمة والنشر - القاهرة ١٩٨٨ د.احمد مدحت إسلام .

(هـ) الطاقة البيولوجية

أمكن الاستفادة من المخلفات النباتيه والزراعيه والقمامه والتى يطلق عليها معا اسم **البيوماس Biomass** وذلك بتخميرها مع البقايا الحيوانية فى حفر خاصة فيتصاعد منها غاز قابل للاشتعال هو الغاز **الحيوى Biogas** ويتكون أساسا من غاز الميثان ويستخدم فى عمليات طهى الطعام وتدفئه المنازل فى الشتاء ، وبذلك يوفر طاقة رخيصه كما أنه يمنع تلوث البيئه بهذه المخلفات ، ويمكننا التخلص من القمامه بطريقه اقتصاديه ونافعه. كما أن ما يتبقى من هذه القمامه بعد عمليات التخمير يمكن استخدامه كسماد طبيعى يعمل على زيادة خصوبة التربه. وهذه الطريقة أفضل بكثير من الطريقة القديمة التى كان يتم فيها حرق القمامة للاستفادة من الحرارة الناتجه فى الحصول على البخار الذى يمكن استخدامه فى عمليات التدفئه أو فى توليد الكهرباء ، وذلك نظرا لما تسببه هذه الطريقة من تلويث للبيئة بالغازات الناتجه من الاحتراق. وهناك العديد من مصادر الطاقة النظيفة مثل غاز الهيدروجين الذى ينتج قدر كبير من الطاقة ويسهل تخزينه ونقله كما أنه عند احتراقة لاينتج مواد ملوثه للبيئه (بخار الماء) وكل ما يؤخذ عليه أنه ربما يزيد من نسبة أحد غازات الاحتباس الحرارى فى جو الأرض (بخار الماء) . وقد أمكن استخدام الهيدروجين كوقود فى السيارات بدلا من الجازولين كما يستخدم فى توليد الطاقة الكهربائيه وصناعة الأسمدة الكيميائيه والاستخدامات المنزلية ، ويرى البعض بأنه سيكون وقود المستقبل . ولا شك فى أن المستقبل سيكون لمصادر

الطاقة النظيفة التى تجمع بين قلة التكلفه وبين عدم الإضرار بالبيئه ، فمشكلة الطاقة الحالية تكمن فى الاعتماد الزائد على واحد أو اثنين من مصادر الطاقة وفى عدم الاستعداد لمواجهة التغيير ، وفى الخوف من عدم إمكان تحمل تكلفة ذلك التغيير .

بعد كل ذلك الا يجب علينا ان نعود إلى كل ماهو طبيعى ، ففى الطبيعة سنجد الحياة الهانئة البعيدة عن الأمراض ، فعد إلى الطبيعة وانهل منها .

والله الموفق ،،،

المراجع العربيــة

١ – البيئة والانســان – دار البحـوث العلميـة – الكويـت ١٩٩٣ د/زيـن الديـن عبدالمقصود .

٢ – البيئة والتنمية المستديمة – الكويت ١٩٩٢ د/ عبدالله رمضان الكندرى .

٣ – التلوث مشـكلة العصـر – عـالم المعرفـة الكويـت ١٩٩٠ د/ أحمـد مدحـت إسلام .

٤ – ملوثـات الهـواء الجـوى – جمعيـة حمايـة البيئـة الكويتيـة ١٩٨٩ د/ ضـارى العجمى ، د/ عبدالمنعم مصطفى .

٥ – تلـوث البيئـة – الهيئـة العامـة للتعليـم التطبيقـى والتدريـب ١٩٨٤ د/ محمـد عبدالسلام عراقى ، د/ عبدالمنعم مصطفى وآخرين .

٦ – البيئة ومشكلاتها – عالم المعرفـة – الكويـت ١٩٧٩ د/ رشيد الحمـد ، د/ سعيد صبارينى .

٧ – القرآن الكريم وتلوث البيئــة – مكتبـة المنـار الاسـلامية – الكويـت ١٩٨٥ مهندس/ محمد عبدالقادر الفقى .

٨ – البيئة مشاكلها وقضاياها وحمايتها من التلوث – مكتبة إبن سـينا – القـاهرة ١٩٩٣ مهندس / محمد عبدالقادر الفقى .

٩ – الأبعـاد البيئيـة للتنميـة – المعهـد العربـى للتخطيـط – الكويــت ١٩٩٢ د/ ضارى العجمى .

١٠- أعداد مجلة البيئة الكويتية - جمعية حماية البيئة الكويت (من العدد ٩٧ - ٢٢٥) د/ عبدالمنعم مصطفى .

١١- محاضرات دكتور كمال الدين حسن البتانونى - جامعة القاهرة ١٩٩٣ - ١٩٩٤ القاهرة .

١٢- مكافحة تلوث البيئة - الجميعة الكيموية الأمريكية - القاهرة ١٩٧٢ ترجمة د/ أنور عبدالواحد .

١٣- مشكلة الغذاء العالمى - الهيئة المصرية للكتاب - القاهرة ١٩٧٥ ترجمة د/ فتحى عبدالتواب .

١٤- الفقر والبيئة - الحد من القفز - الدار الدولية للنشر - القاهرة ١٩٩١ ترجمة د/ محمد صابر .

١٥- حماية الحياة على الأرض - الدار الدولية للنشر - القاهرة ١٩٩١ ترجمة د/ أنور عبدالواحد .

١٦- الربيع الصامت - مركز النشر لجامعة القاهرة ١٩٩٠ ترجمة د/ أحمد مستجير .

١٧- البيئة وقضاياها - مركز النشر لجامعة القاهرة - ١٩٩١ ترجمة د/ أحمد مستجير .

١٨- أرض واحدة مستقبل واحد - الدار الدولية للنشر - القاهرة ١٩٩١ ترجمة د/ سيد رمضان هداره .

١٩ - ثقب الأوزون - مركز النشر لجامعة القاهرة ١٩٩١ ترجمة د/ أحمد مستجير .

٢٠- التلوث يخنق الجميع - مكتبة الأنجلو المصرية- القاهرة ١٩٨٦ كيميائى / ابراهيم الجندى .
٢١- التلوث الصناعى - المصادر وكيمياء التلوث - جامعة الموصل ١٩٨٧ د/ لطيف حميد على .
٢٢- ارتفاع درجة حرارة الأرض - الدار الدولية للنشر - القاهرة ١٩٩١ ترجمة د/ سيد رمضان هداره .
٢٣- من أجل وعى بيئى خليجي - البحرين ١٩٨٩ د/ اسماعيل المدنى .
٢٤- البلاستيك وتلوث البيئة - جمعية حماية البيئة الكويتية - ١٩٨٦ د/ عصام الدين نوفل .
٢٥- مجلة كنوز العلم - دار الإعلام والنشر العلمى (العدد الثانى) - القاهرة ١٩٩٣ .
٢٦- تلوث الهواء - مكتب التربية العربى - الرياض ١٩٩٠ د/ سليمان العقيلى، بشير محمود .
٢٧- المبيدات - هل ادركنا خطرها بدول مجلس التعاون - جمعية حماية البيئة - الكويت ١٩٩٢ د/ فهمى حسن أمين العلى .
٢٨- المصادر الطبيعية لاحتياجات الإنسان - الهيئة العامة للتعليم التطبيقى والتدريب الكويت ١٩٨٦ .
٢٩- ياسكان الأرض إتحدوا - المكتبة العربية للنشر والتوزيع - القاهرة ١٩٨٩ عصام الدين حواس .

٣٠- الملوثات العضوية - سلسلة العلم والحياة - القاهرة ١٩٩٢ د/ محمد كامل محمود .
٣١- التلوث - المعضلة والحل - مركز الكتب الثقافية - بيروت ١٩٩٢ د/ ابوبكر صديق ، د/ نبيل محمود عبالمنعم .
٣٢- تلوث البيئة فى مصر - المخاطر والحلول - القاهرة ١٩٩١ مبروك سعيد النجار .
٣٣- مجلة السياسة الدولية - مركز الأبحاث والدراسات الاستراتيجية بالأهرام - القاهرة - العدد الثانى ١٩٩٣ .
٣٤- التصحر فى الكويت - جمعية حماية البيئة الكويتية ١٩٩٤ جاسم محمد العوضى .
٣٥- سموم البيئة - دار المريخ - الرياض ١٩٩٤ د/ عزالدين الدنشاوى ، د/ صادق أحمد طه .
٣٦- البيئة والأورام - دار الفكر المعاصر بيروت ١٩٩٠ د/ سعيد محمد الحفار .
٣٧- نحو بيئة أفضل - دار الثقافة - الدوحة قطر ١٩٨٥ د/ سعيد محمد الحفار
٣٨- غذاء المستقبل - مكتبة الفلاح الكويت ١٩٧٨ د/ محمد مصطفى الفولى .
٣٩- الطاقة ومصادرها المختلفة - مركز الأهرام للنشر - القاهرة ١٩٨٨ د/ احمد مدحت إسلام .
٤٠- مرجع التعليم البيئى - المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم - تونس ١٩٨٨ .
٤١- الإنسان والبيئة (التربية البيئية) مكتب التربية العربى الرياض ١٩٩٠ .

٤٢- مجلة العلوم - مؤسسة التقدم العلمى - الكويت الاعداد ٦ ، ٧ ، (من المجلدين ٦ ، ٧) ١٩٨٩ ، ١٩٩٠ .
٤٣- الكون والاعجاز العلمى للقرآن - دار الفكر العربى - القاهرة ١٩٨٩ د/ منصور محمد حسب النبى .
٤٤- الرصاص فى جازولين السيارات وطرق تخفيضه - منظمة الأقطار المصدره للبترول ١٩٨٦ - عبدالله مصلح ، اسماعيل رشيد .
٤٥- مدخل إلى علم المناخ والجغرافيا المناخية - مكتبة الفلاح - الكويت ١٩٨٧ د/ ضارى العجمى ، محمود عزو صفر .

المراجع الاجنبية

1 - Swedish National Environment Protection Board 1972. Environment Protection : an expanding task for society stockholm.

2 - Bassow, H. (1976) . Air Pollution Chemistry. An Experimenter Source book Hayden Book Comany , Inc , USA.

3 - Al-Ajmi, D.N., and Abdal Y. (1987) . Modelling for Air Pollution Impacts from Power Stations in kuwait. Paper No. 87-106D. 1, Presented at the 80th Around Meeting of the Air Pollution Control Association, New York, N. Y. June 21-26 .

4 - D. D. Jones et al. Nature , 320,430,1986 .

5 - C. Boutron and C. Lorious, Nature , 377,551,1979

محتويـــات الكتاب

الصفحة

